

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA**

CARLOS BRUNO ALVES DE OLIVEIRA

**ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE QUÍMICA: UM
ESTUDO SOBRE SEU IMPACTO NO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO
DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO**

**SÃO CRISTÓVÃO
2017**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

CARLOS BRUNO ALVES DE OLIVEIRA

ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE QUÍMICA: UM
ESTUDO SOBRE SEU IMPACTO NO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO
DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre.

Orientador:

Prof. Dr. Erivanildo Lopes da Silva

SÃO CRISTÓVÃO

2017

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

O48a Oliveira, Carlos Bruno Alves de
Atividades investigativas no ensino de química : um estudo sobre seu impacto no processo de construção do conhecimento científico / Carlos Bruno Alves de Oliveira ; orientador Erivanildo Lopes da Silva. – São Cristóvão, 2017. 95 f. ; Il.

Dissertação (mestrado em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, 2017.

1. Matemática. 2. Química (Ensino médio) – Estudo e ensino. 3. Aprendizagem por atividades. 4. Ciência - Metodologia. I. Silva, Erivanildo Lopes da, orient. II. Título.

CDU: 51:54



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGE/CIMA



**ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE QUÍMICA: UM ESTUDO
SOBRE SEU IMPACTO NO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO
CONHECIMENTO CIENTÍFICO**

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM
16 DE FEVEREIRO DE 2017

Erivanildo Lopes da Silva

PROF. DR. ERIVANILDO LOPES DA SILVA

PROF. DR. MARCELO PIMENTEL DA SILVEIRA

PROF. DR. EDSON JOSÉ WARTHA

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida.

Aos meus pais, irmãos e demais familiares, pelo apoio incondicional à busca pela realização dos meus sonhos e por celebrarem, imensamente, ao meu lado cada vitória conquistada até aqui.

À minha querida esposa, pela paciência, compreensão, amor e carinho dedicados a mim.

Ao meu orientador, Erivanildo Lopes da Silva, por sempre me mostrar alternativas, diante das dificuldades e incertezas que permearam o processo de construção desse trabalho.

Às pibidianas e estudantes do ensino médio que colaboraram para a realização dessa pesquisa.

Aos amigos que me ajudaram a superar os momentos de desânimo e chegar até aqui.

RESUMO

No que diz respeito ao ensino de Ciências, é crescente o número de propostas didáticas que buscam criar ambientes educacionais propícios ao desenvolvimento da autonomia discente. Acredita-se que esse é um dos pré-requisitos para que os alunos passem a enxergar o conhecimento científico não como um produto que lhe é apresentado, mas como algo fruto de reflexões e debates acerca dos contextos e os fenômenos sociais que os cercam. Inseridas nessa perspectiva encontram-se as Atividades Investigativas. Trata-se de uma abordagem em que, por meio da resolução de problemas, os discentes se aproximam da cultura científica, desenvolvendo competências e habilidades que os tornem os principais responsáveis pela construção do conhecimento. Com a intenção de investigar os impactos proporcionados pela utilização de atividades investigativas no ensino de Química, foram planejadas três atividades desta natureza, sendo estas aplicadas em duas turmas da segunda série do ensino médio, pertencentes a uma escola pública do interior de Sergipe. As produções escritas dos discentes, bem como os áudios das discussões ocorridas ao longo dessas atividades foram analisados por meio da Análise de Conteúdo, proposta por Moraes (1999). Nesse processo, vários foram os momentos em que foi possível identificar a participação intelectualmente ativa dos discentes em situações onde foram estimulados a refletir, elaborar hipóteses, planejar estratégias, tomar decisões ao executá-las, questionar, analisar criticamente suas ideias e, quando necessário, reconstruí-las. Pode-se afirmar que a observação mais relevante dessa pesquisa foi a autonomia manifestada por boa parte dos discentes ao longo das atividades. Principalmente nas duas últimas atividades, que abordaram o planejamento de experimentos, o engajamento desses estudantes na busca pela solução dos problemas com os quais se depararam apontam o potencial do ensino por investigação, no que diz respeito à promoção de um ambiente em que o estudante é o centro do processo de ensino-aprendizagem. Várias ações estudantis identificadas nesse trabalho, também presentes na rotina dos cientistas, evidenciam que as Atividades Investigativas podem promover ambientes propícios à construção do conhecimento científico, bem como o entendimento de que este não se resume a um conjunto de leis e teorizações, sendo compreendido como fruto de um processo dinâmico e aberto.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Atividades Investigativas; conhecimento científico.

ABSTRACT

With regard to the teaching of science, there is a growing number of didactic proposals that seek to create educational environments conducive to the development of student autonomy. It is believed that this is one of the prerequisites for students to begin to see scientific knowledge not as a product presented to them, but rather as a result of reflections and debates about the contexts and the social phenomena that surround them. Inserted in this perspective are the Investigative Activities. It is an approach in which, through problem solving, students approach the scientific culture, developing skills and abilities that make them the main responsible for the construction of knowledge. With the intention of investigating the impacts of the use of investigative activities in the teaching of Chemistry, three activities of this nature were planned, being applied in two classes of the second series of high school, belonging to a public school in the interior of Sergipe. The written productions of the students, as well as the audio of the discussions that took place during these activities were analyzed through Content Analysis, proposed by Moraes (1999). In this process, there were several moments in which it was possible to identify the intellectually active participation of the students in situations where they were stimulated to reflect, to elaborate hypotheses, to plan strategies, to make decisions when executing them, to question, to critically analyze their ideas and, when necessary, rebuild them. It can be affirmed that the most relevant observation of this research was the autonomy manifested by a good part of the students throughout the activities. Especially in the last two activities, which dealt with the planning of experiments, the engagement of these students in the search for the solution of the problems they face point to the potential of research teaching, concerning to the promotion of an environment in which the student is the center of the teaching-learning process. Several student actions identified in this work, also present in the routine of scientists, show that Research Activities can promote environments conducive to the construction of scientific knowledge, as well as the understanding that this is not a set of laws and theorizations, understood as the result of a dynamic and open process.

Keywords: Science Teaching; Investigative Activities; scientific knowledge.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Objetivo da SP utilizada na primeira AI	27
FIGURA 2 – Objetivo da SP utilizada na segunda AI	28
FIGURA 3 – Objetivo da SP utilizada na terceira AI	30
FIGURA 4 – Dinâmica de discussão da primeira SP, no 2º momento da AI, na turma B	31
FIGURA 5 – Dinâmica de discussão da primeira SP, no 3º momento da AI, na turma B.....	32
FIGURA 6 –Desenho feito por A17 para validar sua proposta de resolução do problema.....	49

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Propósitos e ações pedagógicas do professor para promover argumentação	22
QUADRO 2 - Propósitos e ações epistemológicos do professor para promover argumentação	24
QUADRO 3 – Trechos das discussões ocorridas nos grupos G1A e G5A sobre a questão um da primeira SP	38
QUADRO 4 – Exemplos de discussões ocorridas para tentar solucionar a questão um da primeira SP.....	39
QUADRO 5 – Categorias obtidas, frequência e exemplos das discussões ocorridas nos grupos para tentar solucionar a questão cinco da primeira SP	43
QUADRO 6 – Categorias obtidas, frequência e exemplos das discussões ocorridas nos grupos para tentar solucionar a questão seis da primeira SP	48
QUADRO 7 – Categorias obtidas, frequência e exemplos das discussões ocorridas nos grupos para tentar solucionar a questão um da SP.....	54
QUADRO 8 – Categorias obtidas, frequência e exemplos das produções escritas dos grupos, relacionadas à questão um da segunda SP.....	59
QUADRO 9 – Categorias obtidas, frequência e exemplos das discussões ocorridas nos grupos para tentar solucionar a questão um da terceira SP.....	67
QUADRO 10 – Registros escritos do grupo G4A, relacionados às duas primeiras questões da terceira SP.....	71
QUADRO 11 – Categorias obtidas, frequência e exemplos das produções escritas dos grupos, relacionadas à questão um da terceira SP.....	72
QUADRO 12 – Categorias obtidas, frequência e exemplos das discussões ocorridas nos grupos para tentar solucionar a questão um da terceira SP.....	77

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 O Ensino por Investigação	12
2.2 A Situação-problema como desencadeadora da Atividade Investigativa	17
2.3 A prática docente e as Atividades Investigativas	20
3 METODOLOGIA	26
3.1 As Atividades Investigativas aplicadas	26
3.2 Descrição das ações de coleta de dados	30
3.3 A coleta de dados e a metodologia adotada em sua análise	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1 Primeira Atividade Investigativa	37
4.1.1 Problematizando aspectos relacionados ao preparo de soluções	38
4.1.2 Problematizando aspectos relacionados à diluição de soluções	42
4.1.3 Problematizando aspectos relacionados à mistura de soluções	46
4.2 Segunda Atividade Investigativa	52
4.2.1 Problematizando os conceitos de ebulioscopia e tonoscopia	53
4.2.2 Problematizando o conceito de crioscopia	58
4.3 Terceira Atividade Investigativa	65
4.3.1 Problematizando a influência da superfície de contato	66
4.3.2 Problematizando a influência da temperatura	71
4.3.3 Problematizando a influência da concentração dos reagentes	76
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
APÊNDICES	92

1 INTRODUÇÃO

No crescente acervo de pesquisas sobre o ensino de Ciências, uma constatação predomina: as Ciências Naturais, apesar de sua importância para interpretar vários fenômenos do cotidiano discente, da maneira como geralmente vem sendo abordada na educação básica, não conseguem despertar, na grande maioria dos alunos, motivação alguma para aprendê-las.

Geralmente, nas disciplinas de Ciências Naturais, o conhecimento químico é abordado de modo abstrato, fora do contexto que o originou. Trata-se de um ensino onde há um forte apelo à memorização de leis e a manipulação de símbolos para resolver exercícios específicos, originando significados fixos e conceitos considerados imutáveis. Nesse processo, é nítida a intenção de, simplesmente, substituir os conhecimentos prévios dos discentes, construídos a partir de experiências que fazem parte de seu cotidiano, por outros considerados cientificamente coerentes. Essa maneira de apresentar o conhecimento científico tem gerado um distanciamento entre o que se ensina e o que, de fato, se aprende.

Na literatura, diversos são os trabalhos que criticam essa abordagem, afirmando que as Ciências Naturais precisam ser vistas como algo bem mais amplo que um conjunto de teorizações. Para enxergar algum sentido nessas teorias, os estudantes precisam compreender como esses conhecimentos foram produzidos, bem como a sua importância para a sociedade da qual fazem parte. Em outras palavras, o ensino deve criar condições para que os discentes possam discutir os fenômenos naturais que os rodeiam, vivenciando ações características do meio científico e entendendo a Ciência como algo fundamental para sua formação cidadã.

As considerações postas sobre essa temática são fruto de reflexões acerca de minhas ações enquanto professor de química da rede pública de ensino do estado de Sergipe. Diante de percepções inquietantes, como o desinteresse de boa parte de meus alunos em estudar a ciência que leciono, venho buscando, na literatura, alternativas de ensino que possam ajudar a mudar essa realidade.

Nessa busca, deparei-me com as chamadas Atividades Investigativas (AI). Partindo de situações-problema (SP) que lançam desafios aos discentes, essa proposta de ensino tem como objetivo o estímulo à participação ativa dos alunos nas discussões ocorridas em sala de aula, por meio da reflexão, busca de explicações e

argumentação, tornando-se, desse modo, o centro do processo de ensino-aprendizagem.

Estudiosos dessa temática afirmam que, em uma AI, os conceitos científicos não são simplesmente apresentados aos discentes como algo pronto e imutável. Por meio de conteúdos procedimentais, como a elaboração de hipóteses e estratégias para resolver os problemas com os quais se deparam, e de conteúdos atitudinais, como a curiosidade e a capacidade de saber trabalhar em grupo, os discentes passam a perceber o aspecto dinâmico e aberto da Ciência. Desse modo, o conhecimento científico vai sendo construído em uma abordagem onde o processo é tão importante quanto o produto.

Inicialmente, o autor desse trabalho tinha a intenção de desenvolvê-lo por meio da análise do impacto dessa metodologia em sua própria sala de aula. Percebendo que, ao fazer essa escolha, grandes seriam as dificuldades para, na análise dos resultados obtidos, separar a visão do professor da visão do pesquisador, decidiu-se, então, realizar essa investigação através de uma parceria com um grupo de alunas de licenciatura em Química, inseridas no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID).

No que diz respeito à relevância científica e pedagógica desse trabalho, acredita-se que, quanto maior o número de pesquisas publicadas com objetivos semelhantes ao desta, maior a probabilidade de fazer com que educadores de Ciências da Natureza passem a refletir mais sobre suas práticas, buscando conhecer e experimentar novas alternativas que estimulem a participação intelectualmente ativa dos discentes, em sala de aula.

Diante desse contexto, este trabalho buscou apresentar elementos que pudessem responder a seguinte questão de pesquisa: Qual o impacto da utilização de Atividades Investigativas no ensino de Química, no que diz respeito ao desenvolvimento de procedimentos e atitudes, por parte dos discentes, favoráveis à construção do conhecimento científico?

Com base nos fundamentos teóricos apresentados a seguir, esperava-se identificar, durante as atividades desenvolvidas, habilidades e posturas, por parte dos discentes, que os aproximam do fazer ciência. Isso significa aproximá-los do contexto e dos processos que originam o conhecimento científico, estimulando a motivação e, conseqüentemente, a autonomia necessária para aprender ciências.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As ideias que fundamentaram a discussão dos resultados desse trabalho são apresentadas a seguir. Inicialmente, são expostas as principais características do ensino por investigação, na visão de autores que defendem essa proposta didática como uma maneira de aproximar a ciência escolar do fazer ciência. Em seguida, são tecidos alguns comentários acerca das características e do processo de elaboração de uma situação-problema, principal instrumento de uma AI. Por fim, são feitas algumas considerações sobre o que se espera de um docente em uma AI, no que diz respeito a sua contribuição para despertar a motivação do estudante e, conseqüentemente, instigar a participação intelectualmente ativa destes nas aulas de ciências.

2.1 O Ensino por Investigação

Em um trabalho que toma como discussão central aprender Ciência por meio de Atividades Investigativas, faz-se necessário iniciar argumentando que ensinar Ciência para as pessoas pode possibilitar a elas a compreensão dos fenômenos e contextos sociais que as cercam (CARVALHO, 2013). Não se trata de colocar a Ciência como a única forma possível de compreensão das coisas, mas de entender que esse ramo do conhecimento humano é importante para esse fim. Nessa perspectiva, Driver e colaboradores (1999) afirmam que a prática educativa deve levar em consideração que os objetos da Ciência não são os fenômenos da natureza, mas os mecanismos desenvolvidos pela comunidade científica para a sua interpretação.

Como alternativa de ensino, que possibilite aos estudantes falar de e sobre Ciência com certa propriedade, apresenta-se a abordagem de situações-problema. Alguns pesquisadores defendem esta perspectiva como forma de permitir reflexões, ao passo que os discentes participam ativamente de processos de investigação e resolução de problemas (AZEVEDO, 2004).

Gil Pérez e colaboradores (2001) enxergam a metodologia investigativa como uma ferramenta que aproxima o modo de produção do conhecimento científico do ensino de Ciências. Nela, a aprendizagem é idealizada como um produto do

trabalho coletivo, onde ideias diferentes são socializadas e questionadas, em um processo que permite a validação das mesmas.

Nessa perspectiva, Carvalho (2011) afirma que ensinar Ciências por investigação significa proporcionar oportunidades aos discentes de enxergar os problemas do mundo, elaborando estratégias e planos de ação, desenvolvendo, assim, em sala de aula, habilidades que os tornem capazes de atuar, consciente e racionalmente, fora do contexto escolar.

Trata-se de uma abordagem que permite aos discentes a compreensão da Ciência como algo que vai além de um conjunto de conhecimentos específicos, ordenados em teorias. Através de debates envolvendo problemas sociais que suscitaram a pesquisa e a elaboração de tais teorias, os educandos podem vivenciar momentos semelhantes aos que ocorrem no meio científico, compreendendo o produto da Ciência a partir do processo que o originou (SASSERON; CARVALHO, 2008).

No ambiente educacional, quando se enfatiza o processo que originou o conhecimento científico, é dada ao discente a oportunidade de conhecer o fazer ciência, ou seja, atividades vivenciadas por cientistas que, deixando-se enlevar por um problema científico, buscam elaborar e experimentar hipóteses que sejam capazes de resolver o mesmo (KASSEBOEHMER; FERREIRA).

Os defensores da utilização de atividades investigativas como instrumento para aproximar a Ciência escolar do meio científico comungam com as ideias de Cachapuz e colaboradores (2005) ao afirmarem que o objetivo do ensino de Ciências, na Educação Básica, não é formar futuros cientistas, mas criar condições para que os discentes possam entender o mundo a sua volta, debatendo e compreendendo os fenômenos científicos. É preciso esclarecer que, enquanto a ciência acadêmica tem o objetivo de produzir novos conhecimentos científicos, a abordagem aqui defendida preza por uma Educação Básica que tenha como meta a construção de um conhecimento científico já consolidado, sempre ressaltando o aspecto dinâmico da Ciência.

Nessa perspectiva, investigando o potencial da utilização de AI, no que diz respeito a aproximar os estudantes da cultura científica, Penha e colaboradores (2009) apontam algumas ações características de estudantes da educação básica

que lidam com situações-problema em sala de aula. Dentre essas ações, pode-se citar:

a) Levantamento de hipóteses: suposições feitas pelos discentes, na tentativa de propor meios para resolver os problemas que lhes são apresentados.

b) Teste de hipóteses: As suposições realizadas anteriormente são colocadas à prova, em um processo que pode ocorrer tanto através da manipulação direta de objetos, quanto no campo das ideias.

c) Justificativa: Apresentação de argumentos por meio dos quais a suposição passa a ser vista como uma afirmação coerente.

Analisando as etapas de uma investigação científica e o ensino de ciências por meio de atividades investigativas, Sasseron (2013) faz a seguinte afirmação:

Em sala de aula, essas mesmas etapas podem ser trilhadas. E isso pode ocorrer em qualquer tipo de atividade que se realize, não estando condicionada a acontecer somente em aulas experimentais. Assim, a leitura de um texto pode ser uma atividade investigativa tanto quanto um experimento de laboratório. Não importa a forma de atividade que venha a aparecer: o essencial é que haja um problema a ser resolvido; e as condições para resolvê-lo são muito importantes, havendo necessidade de se atentar para que se façam presentes (SASSERON, 2013, p.43).

Em uma AI, o processo de validação das hipóteses, seja em uma atividade experimental ou no campo das ideias, pode gerar conflitos cognitivos. De acordo com Carvalho e colaboradores (1992), o conflito cognitivo é entendido como uma situação onde as concepções espontâneas dos discentes são confrontadas com os fenômenos ou com os dados experimentais. Esse processo é visto pela autora como uma valiosa oportunidade de aprendizagem, uma vez que, ao contrário do que geralmente ocorre nas aulas de ciências, os estudantes não são simplesmente apresentados ao conhecimento científico. Inicialmente, os alunos são instigados a expressar aquilo que eles já sabem, ou seja, seus conhecimentos prévios. Em seguida, diante de constantes questionamentos, os discentes são orientados a analisar se suas ideias prévias destoam ou estão de acordo com aquilo que é cientificamente aceito, na atualidade.

Ao contrário da ideia muitas vezes passada pelos livros de Ciências, onde o método científico é mostrado como algo fechado, simplesmente composto por passos a serem seguidos, dando a entender que a ciência é criada somente e a partir da observação; o conflito cognitivo pode criar condições para que os

educandos percebam que é através de uma construção que se dá o conhecimento científico. Por meio de pressupostos básicos para uma atividade investigativa: a observação e a ação, os discentes entendem que esse conhecimento possui um aspecto aberto e dinâmico, permitindo que até mesmo ele participe dessa construção (AZEVEDO, 2004).

De acordo com Bachelard (1996), “todo conhecimento é resposta a uma questão”. Essa afirmação, no âmbito educacional, justifica a necessidade da constante problematização em sala de aula, ou seja, de apresentar situações-problema que despertem nos discentes o espírito investigativo, buscando solucioná-las. Obviamente, a atividade de investigação proposta deve fazer sentido para o aluno. Ele deve saber o porquê de estar investigando o fenômeno que lhe foi apresentado. Em outras palavras, é preciso fundamentar a investigação (AZEVEDO, 2004).

Segundo Munford e Lima (2007), a concepção de que o ensino por meio de AI deve envolver necessariamente uma atividade experimental é equivocada. O experimento pode assumir um papel importante nessa proposta, porém, há atividades não experimentais com intenso caráter investigativo e que são suficientes, quando utilizadas corretamente, para o alcance dos objetivos de aprendizagem.

Para Suart e Marcondes (2009), quando o planejamento de uma AI engloba uma atividade experimental, é preciso estar atento para que esta não seja tratada de forma acrítica e aproblemática, modo este que ainda é predominante em muitos ambientes escolares. As autoras defendem a ideia de que a experimentação investigativa deve, a partir da proposição de um problema, estimular a autonomia discente, no que diz respeito à reflexão, elaboração de hipóteses e definição de estratégias que permitam a coleta e a interpretação das informações necessárias à resolução do desafio proposto.

De acordo com Francisco Jr. e colaboradores (2008), em uma abordagem investigativa, o experimento deve ser realizado antes de se discutir o conhecimento científico a ser aprendido, visando à obtenção de dados que subsidiem a construção desse conhecimento. Diferentemente do que ocorre em uma abordagem meramente ilustrativa, onde o experimento é realizado apenas com a intenção de constatar conceitos anteriormente verbalizados pelo docente, a experimentação investigativa

visa à promoção de debates que permitam a construção de novos conceitos relacionados ao fenômeno em estudo.

Segundo Gil-Pérez e colaboradores (1992), o questionamento proposto em uma atividade experimental investigativa apenas será considerado, de fato, um problema quando não se dispõe de procedimentos automáticos que permitam a solução imediata do mesmo. Nesse sentido, Hofstein e colaboradores (2005) afirmam que, quando aos discentes é dada a missão de planejar o experimento a ser realizado, estes se sentem mais estimulados a participar do processo de compreensão e resolução do desafio proposto.

Sobre a liberdade dada aos discentes em uma abordagem investigativa, Munford e Lima (2007) consideram equivocada a ideia de que a investigação deve ser conduzida sob a perspectiva de atividades muito abertas. Segundo as autoras, é importante que elas tenham certos níveis de abertura, mas dar total liberdade para que os alunos delimitem os procedimentos investigativos e decidam como analisar seus resultados pode fazer com que o foco da atividade seja desviado. É a mediação do docente que direcionará, dentro do grau de liberdade concedido, as estratégias que, independente de estarem certas ou erradas, sejam capazes de gerar aprendizagem.

As indagações realizadas durante uma atividade investigativa não têm o objetivo de avaliar o aprendizado de conceitos, buscando-se uma resposta satisfatória. Essas questões devem instigar o estudante a utilizar seus conhecimentos prévios para a elaboração de hipóteses que possibilitem explicações para tais questionamentos, ainda que não condizentes com o conhecimento científico atual. Desse modo, o discente entra em contato com as maneiras de se produzir ciência, entendendo o método científico como algo coletivo, permanente e passível de alterações, e não como uma sequência fechada e lógica. Na atividade investigativa, o processo de aprendizagem é tão importante quanto o seu produto (AZEVEDO, 2004).

Ao analisar trabalhos de diferentes autores sobre Atividades Investigativas no âmbito educacional, Zômpero e Laburú (2011) afirmam que, apesar de serem abordagens diferentes em alguns aspectos, apresentam características em comum. São elas: o engajamento dos alunos na realização dos trabalhos, a emissão de hipóteses para a resolução do problema, onde os conhecimentos prévios dos

discentes são identificados, a busca por informações que auxiliem na construção de respostas para os desafios propostos e a socialização das conclusões onde, através de um grande debate, elas serão validadas ou rejeitadas pelo grupo, permitindo assim a construção do espírito científico.

A participação em uma atividade investigativa, durante a busca de explicações sobre o mundo natural, envolve o uso de evidências, lógica e imaginação. Sabe-se que os discentes estão engajados em uma investigação quando estes descrevem objetos e eventos, constroem perguntas, elaboram explicações e as expõem para seus colegas, gerando debates propícios à sua aprendizagem. (NEWMAN et al., 2004).

2.2 A Situação-problema como desencadeadora da Atividade Investigativa

O alcance dos objetivos no desenvolvimento do ensino por investigação depende, dentre outros fatores, do problema que será apresentado aos discentes. De acordo com Meirieu (1998), uma SP deve propor ao sujeito uma tarefa que não seja possível a sua realização sem efetuar alguma aprendizagem. Isso ocorre à medida que são superados os obstáculos na sua realização. A transposição do obstáculo, que deve representar um patamar no nível cognitivo do sujeito, é indispensável para a execução da tarefa.

Nessa perspectiva, Azevedo (2004) afirma que, ao planejar uma proposta de ensino por investigação, não se pode utilizar o título “problema” de modo inadequado. A autora alerta para a necessidade de saber diferenciar um problema propriamente dito daquilo que se apresenta como um simples exercício. A resolução de um problema envolve, obrigatoriamente, um processo de reflexão e tomada de decisões. Já na resolução de exercícios, o que se percebe é a adoção de passos anteriormente ensinados pelo professor, a serem seguidos de forma automática e imediata.

De acordo com Echeverría e Pozzo (1998), uma situação só pode ser considerada um problema quando exigir, de alguma forma, o pensamento crítico e o desenvolvimento de habilidades pertinentes à tomada de decisões acerca dos passos a serem seguidos para solucioná-lo. Para que isso aconteça, nenhum procedimento automático deve ser disponibilizado aos discentes. Os autores

afirmam que o fornecimento de um roteiro a ser seguido inibe a compreensão do fazer ciência, bem como da sua relevância.

Ensinar com base na resolução de problemas significa disponibilizar situações onde os discentes possam utilizar seus conhecimentos prévios para dar resposta a situações variáveis e diferentes. Devem-se habituar os estudantes a encontrar, por si mesmos, respostas para questões que os inquietam ou que eles precisam responder, ao invés de esperar o docente transmitir uma resposta já elaborada (POZO, 1998).

Na literatura, os trabalhos que envolvem resolução de problemas no ensino de Ciências, em uma abordagem investigativa, apontam para diversas maneiras de utilizar uma situação-problema em sala de aula. Esse trabalho apoia-se, entre outras, nas orientações de Gil-Pérez e colaboradores (1992), nas quais as situações-problema são utilizadas como ponto de partida para a construção de novos conhecimentos. Para os autores, durante a execução da tarefa, os discentes devem ser constantemente estimulados a verbalizar as hipóteses e estratégias construídas, desenvolvendo procedimentos e atitudes que o ajudem a perceber, ainda que de maneira simplificada, como o conhecimento científico é produzido.

Carvalho e Gil-Pérez (2000) afirmam que o potencial de uma situação-problema é aumentado, no que diz respeito ao favorecimento de uma aprendizagem efetiva, quando esta aborda temas que fazem parte da realidade do aluno. Desse modo, os discentes enxergam um significado para o conhecimento científico, envolvendo-se com mais afinco no processo de elaboração de hipóteses e estratégias para resolver os problemas a eles apresentados.

Muitos professores entendem o problema como uma pergunta que deve ser respondida através de uma fórmula ou conjunto de fórmulas articuladas e antecipadamente conhecidas pelos alunos (LOPES, 1994). Instrumentos elaborados de acordo com essa concepção não fazem parte de uma atividade investigativa. Antes de elaborar um problema, é preciso saber que ele não deve possuir uma solução que pode ser obtida a partir de um caminho rápido e direto. Isso permite a existência de um debate no ambiente escolar, onde as hipóteses levantadas são aceitas ou rejeitadas. Nesse percurso, o aluno utiliza conhecimentos construídos em situações anteriores, mas como um degrau para a aquisição de um novo conhecimento e não simplesmente para obter uma resposta (POZO, 1998).

Nesse sentido, Kasseboehmer e colaboradores (2015) afirmam que, ao elaborar uma SP, faz-se necessária uma criteriosa reflexão acerca daquilo que os discentes precisam saber para ter condições de elaborar as hipóteses e estratégias almejadas. É preciso garantir que esses conhecimentos tenham sido bem trabalhados antes da aplicação da atividade. Comparando a resolução de problemas à montagem de um “quebra-cabeças”, os autores alertam para a necessidade dos alunos possuírem todas as peças (conhecimentos prévios considerados pré-requisitos) para que esse trabalho seja, de fato, investigativo, bem como para que o aluno mantenha-se motivado a participar ativamente do processo da construção de novos saberes.

Carvalho (2013) afirma que o problema apresentado aos estudantes não pode ser algo que os espantem. O desafio proposto deve estar relacionado à cultura social dos discentes, envolvendo-os na procura de uma solução. Essa busca deve permitir, no momento da elaboração e validação das hipóteses levantadas, a exposição de conhecimentos anteriormente construídos.

Peduzzi (1997) afirma que, em uma abordagem investigativa, deve-se ter como meta a elaboração de situações-problema abertas, entendidas como problemas que permitem mais de uma forma de resolução. O autor argumenta que, desse modo, as interações discursivas, tão almejadas em uma atividade investigativa, são favorecidas, contribuindo para o desenvolvimento da autonomia discente e do respeito a opiniões divergentes.

Clement (2004) destaca alguns aspectos que devem ser considerados na elaboração de uma SP. Um deles é a natureza dos conteúdos. Além de conteúdos de natureza conceitual, aqueles que estão relacionados ao que se deve saber e contemplam modelos, princípios, conceitos e fatos, as situações-problema devem contemplar conteúdos procedimentais, que dizem respeito ao saber fazer e englobam tomada de decisões, além da realização ordenada de ações para atingir um objetivo; e conteúdos atitudinais. Estes envolvem a avaliação de determinado acontecimento, pessoa ou objeto, seguida de uma ação posterior, tomando como base essa análise. Certamente, os conteúdos atitudinais, devido ao fato de envolverem tanto a cognição quanto os afetos e as condutas, são os mais difíceis de serem trabalhados pelos docentes.

De acordo com Silva e Núñez (2002), no aspecto conceitual da situação-problema, este deve permitir reflexões acerca das relações existentes entre o conhecido e o desconhecido, fato que gera a atividade cognoscitiva. Já no aspecto motivacional da SP, encontra-se o grau de novidade do que não é conhecido, que orienta a necessidade do estudante de sair dos limites do conhecimento já construído. Desse modo, um problema pode ser: 1) fruto da internalização da contradição característica do conflito cognitivo; 2) de interesse do aluno, o que favorece a motivação dos mesmos; 3) possível de ser resolvido, usando um método adequado, o que origina uma nova construção do conhecimento.

Vale destacar que apenas a proposição de bons problemas não garante o envolvimento dos discentes em atividades que tenham a intenção de estimular o desenvolvimento de sua capacidade crítica. É preciso que esses problemas sejam debatidos em um ambiente que permita o surgimento de novos e constantes questionamentos. Nesse sentido, pode-se afirmar que o sucesso de uma atividade investigativa está condicionado a uma postura adequada do docente, durante a mediação do processo de construção do conhecimento (FRANCISCO JR.et al., 2008).

2.3 A prática docente e as Atividades Investigativas

A intervenção pedagógica, embora não possa substituir a dinâmica interna da construção do conhecimento, tem um papel muito importante neste processo, pois é ela quem orienta e cria as condições adequadas para que esta dinâmica ocorra (COLL, 1996).

Carvalho e Gil (2000) afirmam que, assim como em qualquer outra área da educação, no ensino de Ciências, o fato do docente “saber” não é o suficiente. Ele precisa “saber fazer”. Além de “saber” que a ação de aprender engloba o apoderamento de um novo gênero discursivo, o professor precisa “saber criar” um ambiente propício à reflexão, por parte dos discentes, de seus pensamentos, aprendendo, por meio da interação com seus colegas, a reformulá-los. Para isso, o educador precisa tomar decisões coletivas e, por meio do diálogo, mediar conflitos.

Vários são os professores que, em virtude da formação recebida em cursos de licenciatura, possuem uma visão simplista da atividade docente. Eles entendem

que a função do ensino é transmitir conteúdos que devem ser retidos na mente dos alunos e que, para ensinar, basta saber um pouco do conteúdo específico. Nessa abordagem, as situações do cotidiano, quando utilizadas, tem a mera intenção de exemplificar, de modo superficial, as informações transmitidas. Atitudes como essa não são capazes de despertar o interesse pela investigação (SCHNETZLER; ARAGÃO, 1995).

Sendo assim, é preciso, cada vez mais, envolver os docentes em propostas didáticas que permitam a eles, a partir de suas próprias concepções, ampliá-las de modo a entender a natureza das atividades investigativas (CARVALHO; GIL, 2000). O professor que se propõe a fazer de sua atividade didática uma atividade investigativa, precisa tornar-se alguém que passe de simples expositor a orientador do processo de ensino, por meio da condução de perguntas, do estímulo à argumentação e da proposição de desafios (AZEVEDO, 2004).

Em uma atividade investigativa, não basta ao docente apresentar um problema bem elaborado. É necessário que este também seja entendido como tal pelo discente. Isso acontece quando os envolvidos no processo percorrem todas as etapas da construção de significados, começando pela apresentação do problema, até a identificação das questões científicas presentes e dos recursos necessários para investigá-las. Essa inserção dos educandos em um novo universo depende muito das intervenções do educador (CAPECCHI, 2013).

Uma faceta das atividades investigativas é a atenção que deve ser atribuída à argumentação dos estudantes. Sasseron (2013), no que diz respeito ao papel do professor no processo educacional para fomentar a argumentação em aulas investigativas, destaca duas grandes esferas da atuação docente: os propósitos pedagógicos e os propósitos epistemológicos.

Os propósitos pedagógicos a que a autora se refere são elencados no quadro a seguir, bem como as ações pedagógicas necessárias para alcançá-los.

QUADRO 1 - Propósitos e ações pedagógicas do professor para promover argumentação.

Propósitos e ações pedagógicas do professor para promover argumentação	
Propósitos pedagógicos	Ações pedagógicas
Planejamento da atividade	Definição dos objetivos, organização de materiais necessários e preparação do cronograma
Organização para a atividade	Divisão dos grupos e/ou tarefas, organização do espaço, distribuição de materiais, limite de tempo
Ações disciplinares	Proposição clara das atividades e das ações a serem realizadas, atenção ao trabalho dos alunos, ações disciplinares
Motivação	Estímulo à participação, acolhida das ideias dos alunos

FONTE: Sasseron (2013)

Um trabalho investigativo deve ser devidamente planejado. Quando for executá-lo, o educador precisa deixar bem claro para o aluno como a atividade irá ocorrer. Ela deve ter tempo para iniciar e acabar. Obviamente, por se tratar de uma aula dinâmica, que ganha vida com as interações discursivas, esse tempo pode ser estendido enquanto os discentes estiverem verdadeiramente envolvidos com a investigação (SASSERON, 2013).

Quanto ao importante propósito da motivação, Sasseron (2013) afirma que perguntas intrigantes e possíveis de serem respondidas com a utilização de conhecimentos prévios constituem um poderoso elemento motivacional para a investigação. Além disso, quando as respostas dos discentes, independente de estarem certas ou erradas, são valorizadas pelo docente e utilizadas no debate que envolve toda a turma, os alunos sentem-se peças fundamentais no processo, fato que gera um desejo, cada vez maior, de participar ativamente do mesmo.

Sobre essa questão, Kasseboehmer e colaboradores (2012), ao destacarem a importância do papel do professor no aspecto motivacional daqueles que participam de uma atividade investigativa, afirmam que:

Trabalhar para que os alunos estudem motivados implica intervenções em duas direções: fazer o estudante acreditar na sua própria capacidade de êxito e ensinar modos de pensar que os levem a enfrentarem as tarefas escolares para aprender, que busquem estratégias para superar as dificuldades, aprendendo com os erros e construindo representações que os façam perceber seu progresso para que se mantenham motivados. (KASSEBOEHMER et al., 2012, p. 2).

A ação discente, quando fomentada por uma motivação intrínseca, aquela que surge espontaneamente das curiosidades pessoais e esforços inatos em busca de crescimento pessoal, gera o desenvolvimento de competências e habilidades. Esse tipo de motivação é crucial na evolução social, física e cognitiva do indivíduo. Em ambientes educacionais onde o mediador de debates possui um “estilo apoiador”, a identificação e o apoio aos interesses, preferências e autonomia dos discentes, propicia uma maior motivação intrínseca, favorecendo emoções positivas, a persistência e, conseqüentemente, um maior grau de aprendizagem (REEVE, 2006).

A importância da ação motivacional do docente, na condução dos trabalhos em sala de aula, é destacada nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Isso pode ser percebido no trecho a seguir:

A mediação possibilita a transmissão de valores, as motivações, os saberes culturais, os significados; ajuda a interpretar a vida. Não se pode pensar na ação de mediar como uma ação que leve o aluno apenas a melhorar a sua capacidade cognitiva. Indubitavelmente, o professor estará também criando condições para que o aluno construa uma auto-imagem positiva, na medida em que se sentir competente, criativo e produtivo. (BRASIL, 2002, p. 54)

Ainda de acordo com essas orientações, para provocar a motivação do aluno, “invariavelmente”, o docente deve propor situações-problema, criando momentos de desequilíbrio que despertam o interesse. Elas colocam o discente em uma interação ativa consigo mesmo e com o professor, geram um saudável conflito e auxiliam a organizar o pensamento (BRASIL, 2002). É exatamente essa a postura defendida na metodologia do ensino por investigação.

Acerca dos propósitos e ações epistemológicos do professor, aqueles que estão intrinsecamente ligados à argumentação nas AI, Sasseron (2013) apresenta-os no quadro a seguir.

QUADRO 2 - Propósitos e ações epistemológicos do professor para promover argumentação.

Propósitos e ações epistemológicos do professor para promover argumentação	
Propósitos epistemológicos	Ações epistemológicas
Retomada de ideias	Referência de ideias previamente trabalhadas e/ou experiências prévias dos alunos
Proposição de problema	Problematização de uma situação
Teste de ideias	Reconhecimento e teste de hipóteses
Delimitação de condições	Descrição, nomeação e caracterização do fenômeno e/ou de objetos
Reconhecimento de variáveis	Delimitação e explicitação de variáveis
Correlação de variáveis	Construção de relação entre variáveis, construção de explicações
Avaliação de ideias	Estabelecimento de justificativas e refutações

FONTE: Sasseron (2013).

Esses propósitos epistemológicos podem ser interpretados como os passos da metodologia do ensino por investigação. A realização bem sucedida de todos eles exige intervenções do docente, as chamadas ações epistemológicas. O procedimento inicial, a retomada de ideias, é de fundamental importância, uma vez que, por meio dessa estratégia, percebe-se o que já se tem como alicerce para as discussões que ocorrerão. Ao perceber os conhecimentos prévios dos discentes sobre o tema em questão, os docentes podem até promover algumas alterações em seu planejamento, a fim de garantir a existência dos estímulos necessários para a evolução conceitual dos educandos (SASSERON, 2013).

Outro propósito que merece destaque é o teste de ideias. Sasseron (2013) afirma que ele pode ocorrer de maneira empírica ou hipotética. É o momento onde os alunos põem à prova as propostas apresentadas para a solução do problema. Aqui, a intervenção do docente é fundamental para garantir a constante existência de conflitos cognitivos. Muitas vezes, essa intervenção “aparece como uma condição do tipo e se...”. Questionamentos feitos aqui voltam a aparecer na avaliação de ideias, onde, em um grande debate, mais uma vez, a mediação indispensável do docente contribui para o estabelecimento de justificativas e de refutações para as explicações formuladas.

Por fim, pode-se afirmar que, no ensino por investigação ou em qualquer outra abordagem educacional, a ação docente é a base para a construção de uma sociedade pensante. Ensinar é uma responsabilidade que deve ser trabalhada e desenvolvida. É preciso que o educador, a cada dia, renove sua forma pedagógica, podendo, assim, da melhor maneira, atender a seus discentes. Por meio desse

comprometimento, o educador poderá, verdadeiramente, assumir o seu papel de aprender a ensinar (FREIRE, 1996).

3 METODOLOGIA

Essa pesquisa foi realizada com o objetivo de investigar o impacto da utilização de Atividades Investigativas no ensino de Química, no que diz respeito ao desenvolvimento de procedimentos e atitudes, por parte dos discentes, favoráveis à construção do conhecimento científico.

A fim de alcançar essa meta, foram planejadas, para a intervenção em sala de aula, três Atividades Investigativas. Esse processo contou com a parceria de membros do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Eles fazem parte de uma comunidade PIBID vinculada à Universidade Federal de Sergipe (UFS), formada por doze estudantes de licenciatura em Química, bolsistas do programa, e um formador (docente da UFS que coordena as ações realizadas por esses pibidianos). Desde o ano de 2014, esse grupo vem se dedicando ao estudo de atividades experimentais investigativas, no âmbito escolar, participando de oficinas nas quais elaboram, aplicam e reelaboram atividades dessa natureza. As aplicações acontecem em cinco escolas públicas do agreste sergipano.

Dentre essas escolas, uma foi a escolhida para a coleta de dados dessa pesquisa. Nesse processo de escolha, optou-se pela escola que, de acordo com o coordenador da comunidade PIBID, fornecia as melhores condições didáticas, pedagógicas e estruturais para a realização das intervenções.

As atividades foram aplicadas em duas turmas da segunda série do Ensino Médio, aqui denominadas A e B, e conduzidas por quatro membros da comunidade PIBID. Segundo o formador, os membros escolhidos, durante as atividades que desenvolvem no PIBID, destacam-se pela habilidade de instigar os discentes a formular perguntas, bem como buscar respostas para as mesmas, ações essas que contribuem significativamente para o sucesso de uma AI.

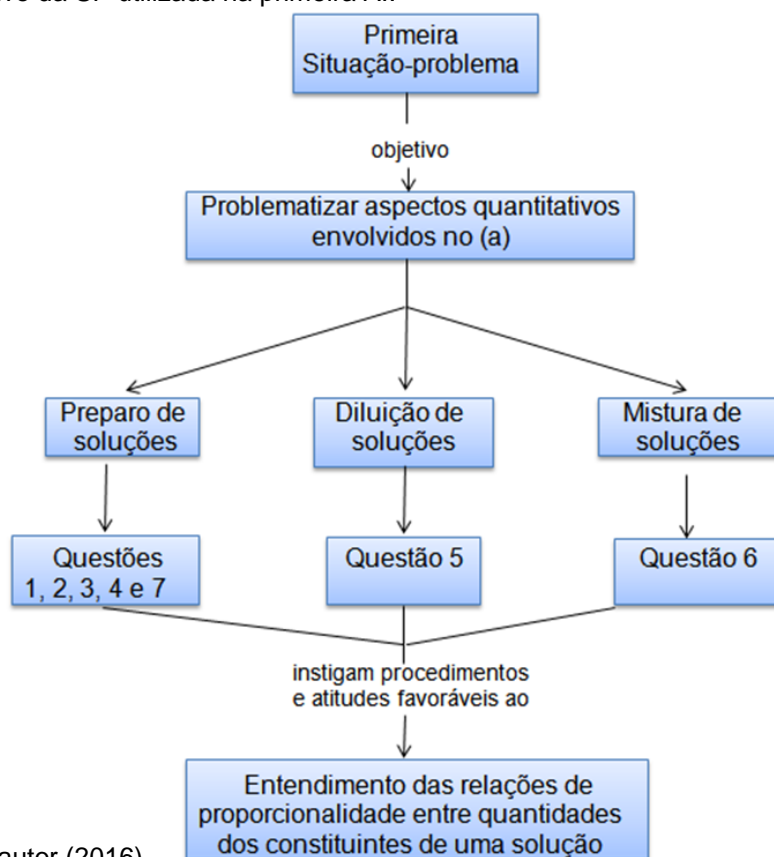
3.1 As Atividades Investigativas aplicadas

As atividades aqui caracterizadas foram planejadas em reuniões que contaram com a presença do pesquisador, das quatro pibidianas colaboradoras e do professor coordenador. Nesses encontros, o pesquisador apresentava as situações-

problema que seriam utilizadas nas intervenções, para que fossem debatidas e aprimoradas.

A primeira AI desenvolvida abordou o tema “soluções”. A SP utilizada, presente no Apêndice A e intitulada “Soro caseiro: você sabe preparar?”, foi construída com o intento de criar condições para que os alunos pudessem construir conhecimento acerca dos aspectos quantitativos das soluções. Partindo de algo que faz parte da realidade dos educandos, visou-se gerar discussões sobre relações de proporcionalidade existentes entre quantidades dos constituintes de uma solução. Nesse sentido, as questões problematizadoras abordaram situações relacionadas ao preparo, diluição e mistura de soluções. A figura 1 auxilia na compreensão do objetivo da SP em questão.

FIGURA 1 – Objetivo da SP utilizada na primeira AI.



Fonte: Arquivo do autor (2016).

Essa AI também foi planejada com a intenção de abordar conteúdos procedimentais, como, por exemplo, o estímulo à elaboração e verbalização, por parte dos discentes, de argumentos que dessem credibilidade às respostas construídas. Enquanto manifestavam tal habilidade, esperava-se que os estudantes

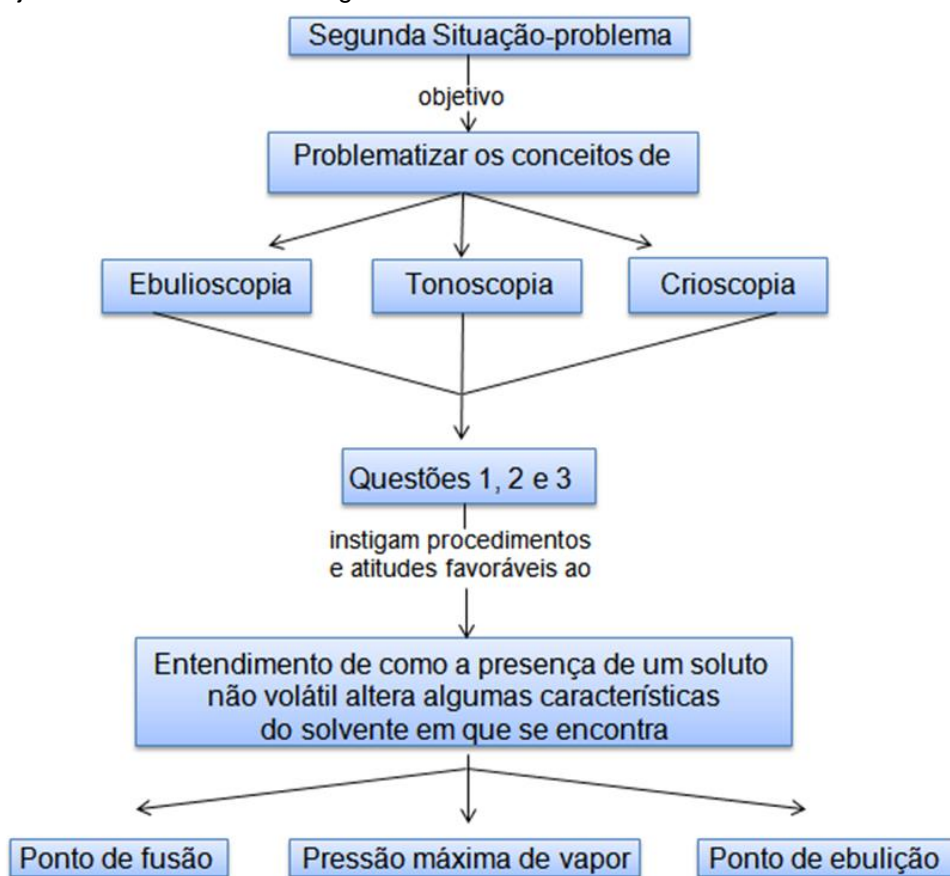
pudessem desenvolver atitudes como a valorização do trabalho coletivo e o respeito a opiniões divergentes.

Na turma A, vinte e cinco alunos participaram dessa atividade, distribuídos em cinco grupos. Já na turma B, a AI contou com a participação de quinze discentes, organizados em quatro grupos.

Vale salientar que os estudantes secundaristas, de algum modo, já tinham vivenciado algumas experiências com as Atividades Investigativas, uma vez que as quatro licenciandas aplicadoras das atividades já tinham desenvolvido algumas ações dessa natureza nas turmas em análise.

No que diz respeito à segunda AI aplicada, a SP utilizada, presente no Apêndice B e intitulada “O dia-a-dia e as propriedades coligativas”, foi construída com a intenção de promover debates que contribuíssem para a construção dos conceitos das propriedades coligativas ebulioscopia, crioscopia e tonoscopia. A figura 2 caracteriza a referida SP.

FIGURA 2 – Objetivo da SP utilizada na segunda AI.



Fonte: Arquivo do autor (2016).

Por meio da proposição de três questões problematizadoras, pretendia-se identificar procedimentos e atitudes, por parte dos discentes, que os tornassem mais próximos do modo de produção do conhecimento científico. Esperava-se que o desenvolvimento de tais habilidades e posturas tivesse como consequência a compreensão de como a presença de um soluto não volátil, em uma solução, altera as temperaturas de fusão e ebulição do solvente que o dissolveu, bem como sua pressão máxima de vapor.

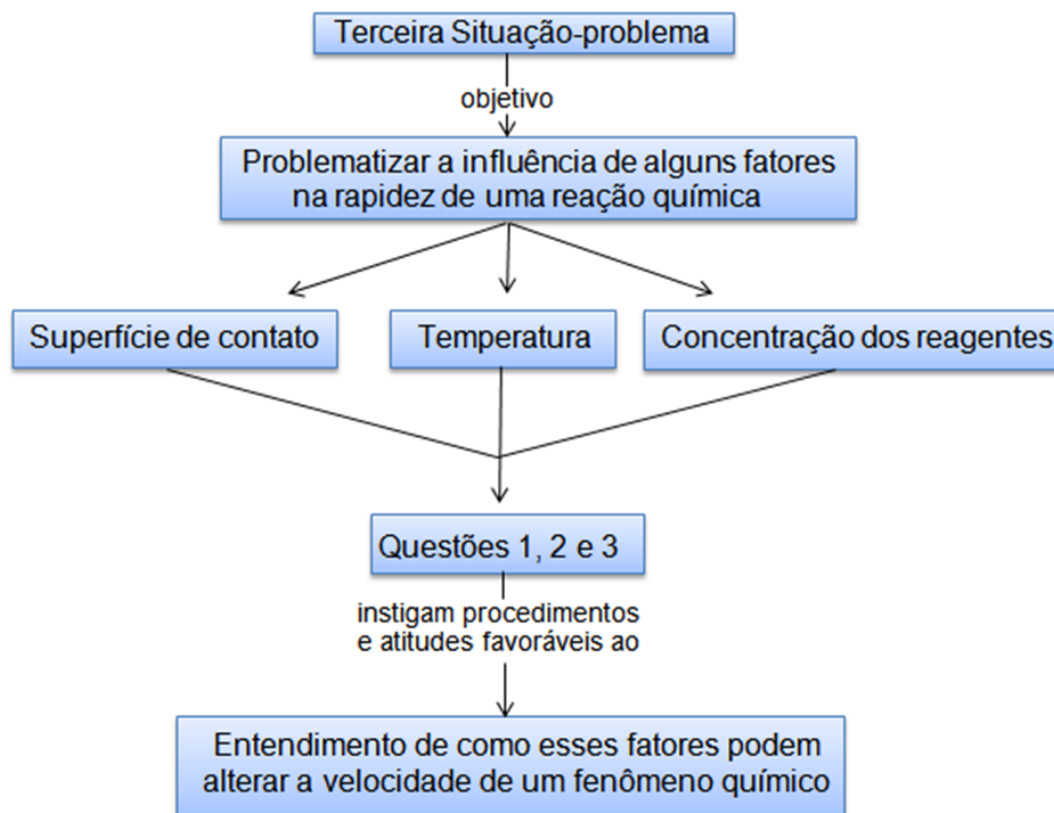
Na turma A, essa segunda atividade contou com a participação de vinte e nove alunos, organizados em seis grupos. Quanto à turma B, participaram dezenove estudantes, distribuídos em quatro grupos.

Sobre a terceira AI realizada, elaborou-se uma SP, presente no Apêndice C e intitulada “Aprendendo com velocidade”, que abordou o tema cinética química. A utilização dessa situação teve o propósito de estimular debates que permitissem a compreensão da influência de alguns fatores na velocidade de uma reação química. Por meio de três questões problematizadoras, tinha-se a intenção de analisar o potencial dessa SP para instigar comportamentos estudantis favoráveis ao entendimento acerca de como a temperatura, a superfície de contato e a concentração dos reagentes podem alterar a rapidez de um fenômeno químico. A figura 3 esquematiza o objetivo da referida SP.

Como exemplo desses comportamentos almejados na discussão dessa terceira SP, pode-se citar a proposição e realização, por parte dos discentes, de procedimentos experimentais por meio dos quais fosse possível a realização de inferências acerca de como a velocidade de uma reação química pode ser afetada por alterações em algumas variáveis do sistema em que ocorrem.

Quanto ao número de participantes nessa atividade, vinte e nove alunos fizeram parte da AI aplicada na turma A, distribuídos em seis grupos. Outros dezoito alunos participaram da aplicação na turma B, organizados em quatro grupos.

FIGURA 3 – Objetivo da SP utilizada na terceira AI.



Fonte: Arquivo do autor (2016).

3.2 Descrição das ações de coleta de dados

Nas duas turmas em análise, cada AI foi aplicada em três aulas, com duração de cinquenta minutos cada. Mantendo a mesma dinâmica das ações que desenvolvem no PIBID, as pibidianas organizaram-se em duplas para ministrar essas aulas. O planejamento e a aplicação das atividades fundamentaram-se em algumas orientações propostas por Carvalho (2013). A aplicação de cada AI era dividida em três momentos:

- **Primeiro Momento:** Inicialmente, os discentes eram organizados em pequenos grupos com, no máximo, cinco membros. Em seguida, uma SP era apresentada aos estudantes. Após a leitura do texto e das questões problematizadoras nela presentes, as docentes (pibidianas) sanavam possíveis dúvidas acerca de cada desafio proposto.

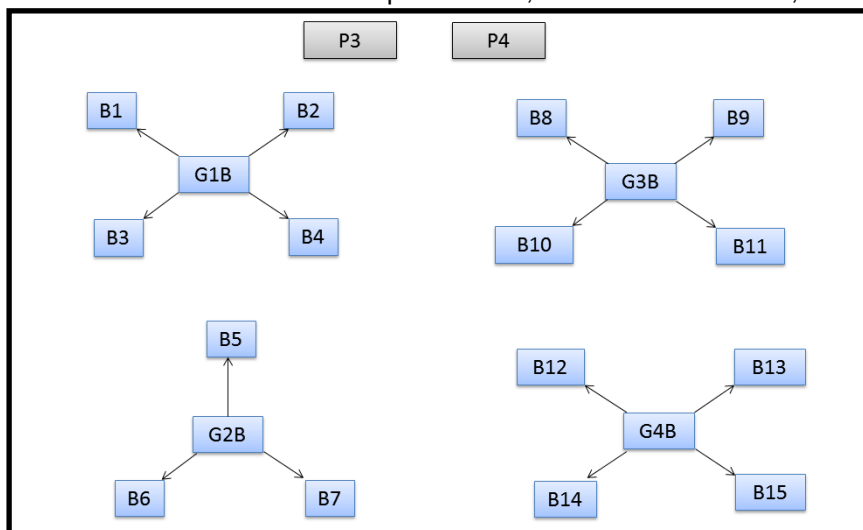
- **Segundo Momento:** Após a apresentação da SP, era estipulado um tempo para que os membros dos grupos pudessem discutir os questionamentos, registrando por escrito suas respostas. A importância desse momento é percebida no seguinte comentário de Carvalho (2013):

A resolução do problema precisa ser feita em pequenos grupos, pois os alunos com desenvolvimentos intelectuais semelhantes têm mais facilidade de comunicação. Além disso, também há a parte afetiva: é muito mais fácil propor suas ideias a um colega que ao professor (CARVALHO, 2013, p. 12).

A autora chama esse momento de etapa de resolução do problema. Nela, enquanto os discentes construíam suas hipóteses e estratégias para solucionar os desafios, as docentes passavam por cada grupo, sondando e registrando, com um gravador, esse processo de formulação de ideias.

A fim de preservar a identidade dos sujeitos da pesquisa, bem como das pibidianas colaboradoras, na discussão aqui realizada, as docentes que conduziram as atividades na turma A serão chamadas de P1 e P2. Já as que aplicaram as atividades na turma B serão identificadas como P3 e P4. Quanto aos discentes, serão identificados pela letra da turma que fazem parte, seguida de um número (Ex.: A1, B1). No que diz respeito aos grupos formados, serão identificados pela letra G, seguida de um número e da turma a qual pertencem (Ex.: G1A, G1B). Sabendo disso, a fim de proporcionar uma melhor compreensão da dinâmica de aplicação dessas atividades, em seu segundo momento, apresenta-se a figura a seguir, que se refere à aplicação da primeira AI, na turma B.

FIGURA 4 – Dinâmica de discussão da primeira SP, no 2º momento da AI, na turma B.



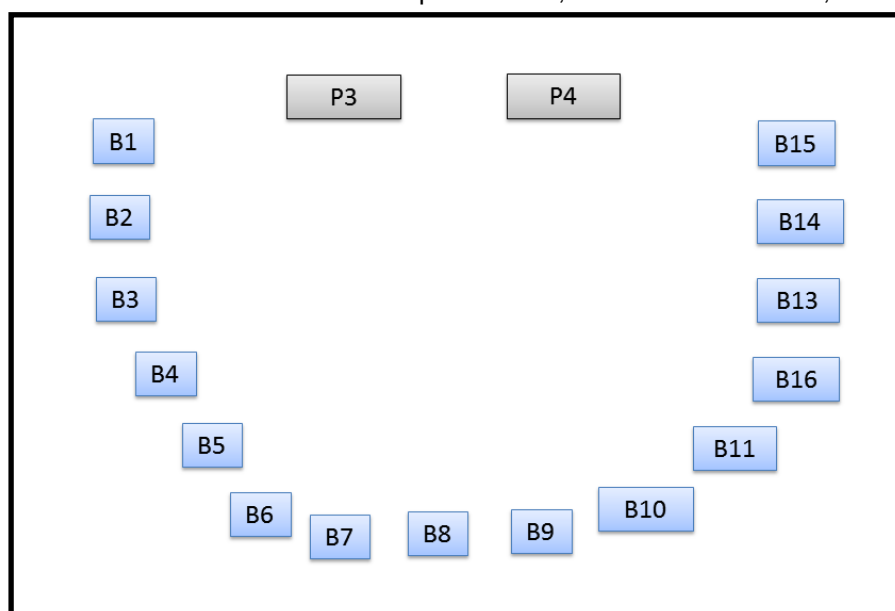
Fonte: Arquivo do autor (2016).

- **Terceiro momento:** De acordo com Carvalho (2013), esse é o momento onde ocorre a sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos. Após ser formado um grande círculo com todos os alunos da turma, os grupos socializavam suas hipóteses e estratégias. Durante esse processo, as docentes faziam novos questionamentos, buscando estimular a argumentação dos estudantes, criando condições para que os mesmos pudessem analisar criticamente tanto as suas ideias quanto as dos demais colegas. Sobre este momento, a autora faz o seguinte comentário:

Nesta etapa o papel do professor é muito importante. A aula, neste momento, precisa proporcionar espaço e tempo para a sistematização coletiva do conhecimento. Ao ouvir o outro, ao responder à professora, o aluno não só relembra o que fez, como também colabora na construção do conhecimento que está sendo sistematizado (CARVALHO, 2013, p. 12).

Para melhor compreender a dinâmica de aplicação das atividades, em seu terceiro momento, apresenta-se a figura a seguir, também referente à aplicação da primeira AI, na turma B.

FIGURA 5 – Dinâmica de discussão da primeira SP, no 3º momento da AI, na turma B.



Fonte: Arquivo do autor (2016).

É importante destacar que, levando em consideração as orientações de Kasseboehmer e colaboradores (2015), antes da aplicação de cada AI, os

conteúdos considerados pré-requisitos para a elaboração das hipóteses e estratégias exigidas nos desafios foram trabalhados em sala de aula. Também merece destaque o fato de que a participação dos estudantes nessas atividades não foi atrelada a nenhum tipo de bonificação no processo avaliativo desses discentes. Nenhuma pontuação, nas avaliações bimestrais de Química do colégio, foi atribuída aos alunos que participaram dessa pesquisa. Esse fato justifica-se pelo desejo de investigar o potencial dessas AI para estimular a motivação intrínseca dos educandos, ou seja, para instigar procedimentos e atitudes que surgem espontaneamente da curiosidade pessoal dos aprendizes (REEVE, 2006).

Após a aplicação de cada AI, o pesquisador reunia-se com as pibidianas e o seu formador para, com base em suas notas de campo e nas discussões ocorridas em sala, avaliar a dinâmica de aplicação da atividade. Essa ação tinha como principal objetivo o aprimoramento da aplicação seguinte. Acredita-se que essas reuniões tenham aumentado a relevância pedagógica desse trabalho, uma vez que esses momentos proporcionaram às docentes em formação mais uma oportunidade de refletir acerca de suas ações em sala de aula.

3.3 A coleta de dados e a metodologia adotada em sua análise

A fim de alcançar o objetivo da pesquisa em questão, foram coletadas informações por meio dos seguintes instrumentos: produções escritas dos discentes, gravações dos áudios das aulas e diário de campo.

Cada AI aplicada teve como principal instrumento uma SP, composta por questões problematizadoras. Esses questionamentos são desafios propostos aos discentes, com a intenção de gerar discussões, “abrindo portas” para a construção do conhecimento científico. Em pequenos grupos, os alunos debateram essas questões, com base em seus conhecimentos prévios sobre o tema, registrando, por escrito, suas ideias iniciais. Esses registros constituem, portanto, uma rica fonte de informação, no que diz respeito ao entendimento de como ocorreu esse processo de construção das ideias, diante dos desafios apresentados.

De acordo com Alves-Mazzotti e Gewandrzajder (1998), a análise desses registros, além de possibilitar a complementação, geralmente, permite a comprovação ou a refutação de dados obtidos por meio de outras técnicas.

No que diz respeito às gravações dos áudios das discussões ocorridas em sala de aula, esse tipo de recurso foi utilizado em todas as aulas em que as atividades foram desenvolvidas. Trata-se de uma técnica eficiente e adequada para análises mais pormenorizadas de situações de sala de aula. Para Laburú e colaboradores (2000), o registro *in loco* do processo de ensino-aprendizagem é muito importante para a análise das falhas ocorridas no ensino, bem como das dificuldades que os discentes apresentam para construir o conhecimento.

A riqueza de detalhes coletados por meio deste recurso confirma a importância de tal procedimento. Dentre outras coisas, ele está permitindo o registro de informações sobre a dinâmica da sala de aula, sendo possível perceber o grau de envolvimento dos discentes no decorrer das atividades.

Quanto ao diário de campo, trata-se de um bloco de notas onde o pesquisador registra impressões, sentimentos e reflexões sobre aquilo que está observando em seu campo de pesquisa.

Barbier (2007) ressalta que, para que seja possível responder as questões de pesquisa do investigador, é importante que esse registro no diário seja o mais descritivo possível. Além do aspecto descritivo, o autor afirma que esses registros devem possuir um aspecto reflexivo, onde o pesquisador registra o lado subjetivo da observação, refletindo sobre o que viu e ouviu nesse processo, ampliando, assim, a informação observada.

O registro das observações, por parte do pesquisador, permite a verificação do grau de veracidade de informações obtidas por outros meios, bem como possibilita a identificação de comportamentos inconscientes ou não-intencionais (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDRZNAJDER, 1998).

Levando em consideração esses pressupostos, o autor desse trabalho esteve presente em todas as aulas onde as AI foram desenvolvidas, observando e registrando suas impressões acerca do que via.

No que diz respeito à metodologia utilizada na análise dos resultados, os áudios das discussões ocorridas e os registros escritos dos discentes foram analisados de acordo com os princípios da Análise de Conteúdo, proposta por Moraes (1999). Acerca dessa metodologia, o autor faz a seguinte afirmação:

A análise de conteúdo constitui uma metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos.

Essa análise, conduzindo a descrições sistemáticas, qualitativas ou quantitativas, ajuda a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum (MORAES, 1999, p. 2).

Moraes (1999) sugere a realização da análise de conteúdo por meio da adoção de cinco etapas: Preparação das informações; Unitarização; Categorização; Descrição e Interpretação.

Inicialmente, os dados coletados foram submetidos a um processo de preparação, onde foi realizada a identificação dos registros que estão efetivamente de acordo com os objetivos da pesquisa, bem como a codificação desses materiais, objetivando organizá-los de um modo que permita a rápida localização dos mesmos, sempre que necessário.

Em seguida, realizou-se o procedimento da unitarização, que consiste, primeiramente, na definição das unidades de análise (elementos que serão submetidos à classificação posterior). Na pesquisa em questão, as unidades de análise foram frases escritas e faladas pelos discentes, na tentativa expressar possíveis hipóteses e estratégias para a resolução dos problemas apresentados. Sobre essas unidades, Moraes (1999) afirma que também é preciso fixar os limites contextuais utilizados para interpretá-las, por meio da definição das chamadas unidades de contexto. Estas unidades, na pesquisa em curso, consistem nos trechos da discussão referentes às frases que foram isoladas.

Concluída esta etapa, as unidades de análise foram submetidas à categorização. Nela, por meio de um critério previamente estabelecido, esses dados foram organizados em grupos (categorias a priori).

Uma vez concluída a categorização, o pesquisador encontra-se apto a descrever os resultados obtidos (MORAES, 1999). Na etapa de descrição (realizada no item 4 deste trabalho), o pesquisador procurou expressar os significados captados e intuídos nas mensagens analisadas.

Moraes (1999) afirma que uma boa análise de conteúdo não se limita à descrição. O pesquisador precisa alcançar, por meio da interpretação, uma compreensão mais aprofundada do conteúdo das mensagens analisadas. Essa ação interpretativa pode ocorrer por meio de uma teoria que emerge das informações e das categorias, ou, a exemplo do que ocorreu neste trabalho, através de uma

análise de resultados com base em uma fundamentação teórica anteriormente explicitada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise aqui realizada, objetivou-se discutir o impacto da utilização de AI no ensino de química, no que diz respeito ao desenvolvimento de procedimentos e atitudes, por parte dos discentes, favoráveis à construção do conhecimento científico. Através da análise dos registros escritos dos discentes, bem como dos áudios das discussões ocorridas em sala de aula e das notas de campo do pesquisador, buscou-se identificar comportamentos estudantis considerados desencadeadores, ou não, de aprendizagem.

É importante frisar que, nas três atividades dissecadas a seguir, o foco da análise não foi o conhecimento científico em si, mas os elementos envolvidos em seu processo de construção, sejam eles incentivadores ou inibidores desse percurso. Corroborando com a ideia defendida por Azevedo (2004), buscou-se evidenciar que, em uma AI, produto e processo de aprendizagem devem ser tratados com igual importância.

4.1 Primeira Atividade Investigativa

Conforme explicitado na metodologia desse trabalho, cada atividade aqui analisada tem como principal instrumento uma SP, elaborada com a intenção de problematizar conhecimentos químicos considerados relevantes para o entendimento de fenômenos que fazem parte do cotidiano discente. Com a SP utilizada nessa primeira atividade (Apêndice A), pretendia-se gerar discussões que proporcionassem a construção do conhecimento acerca dos aspectos quantitativos das soluções, debatendo situações relacionadas ao preparo, mistura e diluição do soro caseiro.

Em consonância com o que preconiza Kasseboehmer e colaboradores (2015), antes da aplicação dessa AI, os estudantes já haviam discutido conceitos químicos considerados pré-requisitos para o entendimento dos aspectos quantitativos das soluções. Nessa perspectiva, foram trabalhados os conceitos de solução, soluto, solvente, dissolução, diluição, dentre outros vistos como relevantes para o sucesso da atividade.

4.1.1 Problematicando aspectos relacionados ao preparo de soluções

No que diz respeito à questão um da primeira SP, foi solicitado que os grupos propusessem um procedimento para preparar 1,5 L de soro caseiro, nas concentrações almejadas. Tinha-se a intenção de estimular discussões onde os discentes pudessem manifestar habilidades relacionadas à interpretação das concentrações de uma solução, compreendendo a relação de proporcionalidade que existe entre a massa do soluto e o volume de uma solução.

A trivialidade desse desafio inicial justifica-se pelo objetivo de motivar os estudantes a participar ativamente das demais discussões, fazendo-os perceber que seus conhecimentos prévios seriam suficientes para tentar resolver todos os questionamentos da SP. De fato, analisando as discussões ocorridas nas turmas A e B, observou-se que esse problema foi considerado trivial pela maioria dos nove grupos participantes.

Apesar de sete desses grupos terem obtido êxito na busca pela resolução do problema, destaca-se o fato grupo G1A não ter conseguido construir sua hipótese, bem como o comportamento do grupo G5A, que esperava o fornecimento de uma fórmula matemática para responder ao desafio. O quadro a seguir traz trechos das discussões ocorridas nesses grupos.

QUADRO 3 – Trechos das discussões ocorridas nos grupos G1A e G5A sobre a questão um da primeira SP.

Grupo	Trechos das discussões
G1A	P1: “E aí? Conseguiram resolver essa primeira questão?”. A1: “Não”. P1: “Vocês entenderam o que a questão tá pedindo?”. A2: “Sim, mas a gente não sabe resolver”. P1: “[...] Essas concentrações do texto dizem as massas presentes em um volume de um litro, certo? Então, pra preparar um litro e meio vocês vão usar quanto de cada? Vão pensando aí [...]”. A1: “Faça essa primeira, então, pra gente ver como é?”. P1: “Agora não. Tentem! Depois a gente vê se tá certo”.
Grupo	Trechos da discussão
G5A	A23: “Eu acho que aqui vai precisar de alguma fórmula”. A24: “Mas elas não deram fórmula”. A23: “Vai precisar, professora?”. P1: “Não. Basta interpretar essas concentrações que tão aí no texto e raciocinar a partir delas. Esses valores não são para um litro? Então. Quanto eu vou precisar pra preparar um litro e meio? Vão pensando aí [...]”. A23: “Mas não tem uma fórmula não, pra fazer isso?”. P1: “Ter, até tem, mas dá pra fazer sem ela. Vocês precisam tentar”.

Fonte: Arquivo do autor (2016).

Apesar de já terem vivenciado, juntamente com a comunidade PIBID parceira desse trabalho, outras atividades dessa natureza, levando-se em consideração o dia-a-dia desses alunos em sala de aula, onde predomina a verbalização dos docentes, comportamentos desse tipo são aceitáveis e explicáveis. Eles podem ser interpretados como fruto de uma percepção de ensino que ainda é predominante nos ambientes escolares. Um ensino onde há apenas a preocupação em apresentar aos discentes o produto da Ciência, o conhecimento científico, sem qualquer vínculo com o processo por meio do qual esse conhecimento foi construído (MUNFORD; LIMA, 2007). Acostumados com esse tipo de ensino, os discentes tendem a aguardar o fornecimento de passos e instrumentos que devem ser utilizados, como, por exemplo, uma fórmula que se aplique às informações fornecidas pelo problema, sem qualquer entendimento do processo que a originou, bem como do seu significado (ESCUDERO; FLORES, 1996).

Em relação às discussões ocorridas nos outros sete grupos, foi possível extrair delas as hipóteses elaboradas pelos estudantes. Nelas, é possível perceber o raciocínio utilizado por esses alunos para chegar à resposta esperada. Nesse processo, observa-se que esses grupos conseguiram perceber e utilizar a relação de proporcionalidade existente entre as massas dos solutos presentes no soro e o volume desta solução. O quadro a seguir apresenta alguns trechos dessas discussões.

QUADRO 4 – Exemplos de discussões ocorridas para tentar solucionar a questão um da primeira SP.

Grupo	Trechos da discussão
G3A	A11: “[...] essa concentração é pra um litro”. A12: “Sim”. A11: “E pra um litro e meio?” A12: “Vai ser mais a metade”. A11: “Então calcule aí: três e meio dividido por dois”. A13: “Não é divisão, tem que somar[...]”. A11: “Sim, mas primeiro tem que dividir pra saber quanto tem em meio litro”. A12: “É!”
G2B	B6: “[...] a gente pensou que se quarenta gramas de açúcar tão em um litro, é porque em meio litro, que é metade de um litro, tem que ter vinte. Aí a gente somou tudo”. B5: “É, e fez a mesma coisa com o sal”.
G2A	P2: “E aí gente? A primeira questão? [...]”. A6: “A gente vai pegar os valores do texto e fazer uma regrinha de três”. A7: “Uma não, duas. Uma para o sal e outra para o açúcar”.
G1B	B1: “A gente fez meio pelos extremos. Aí multiplica quarenta por um e meio pra saber quanto precisa de açúcar”. B2: “Aí, pra saber o sal, faz outro meio pelos extremos, né?”. B1: “Isso”.

Fonte: Arquivo do autor (2016).

Apesar do problema ter exigido pouco dos grupos, a maneira como o mesmo foi abordado, privilegiando o protagonismo discente, já revela um dos diferenciais do ensino por investigação. Em uma abordagem considerada tradicional, o docente, visto como detentor e transmissor do conhecimento, geralmente introduz os aspectos quantitativos das soluções por meio da exposição dos significados das diversas formas de expressar a concentração de uma solução, bem como da apresentação de fórmulas que devem ser memorizadas e utilizadas em questões avaliativas. Na contramão disso está a atividade aqui analisada. A partir de um tema que faz parte da realidade dos alunos, os mesmos foram estimulados a, partindo de seus conhecimentos prévios, elaborar propostas que consideram válidas para a resolução do desafio apresentado.

Analisando as discussões exemplificadas no quadro 4, é possível identificar duas coerentes linhas de raciocínio que possuem suaves diferenças. Uma delas, seguida, por exemplo, pelos grupos G2A e G1B, diz respeito à utilização explícita da regra de três simples para se chegar às quantidades de sal e açúcar que deveriam ser usadas no preparo do soro. Já a outra, adotada, por exemplo, pelos grupos G3A e G2B, seguiram um caminho um pouco mais longo. Eles propuseram a utilização do raciocínio lógico para obter as quantidades de solutos presentes em meio litro desse soro e, em seguida, somar esses valores com as quantidades que devem estar presentes em um litro dessa solução.

De acordo com Echeverría e Pozzo (1998), um questionamento somente pode ser considerado um problema quando exige, de algum modo, um processo de reflexão e tomada de decisão acerca da estratégia a ser adotada para a sua resolução. Com base nas discussões anteriormente elencadas, pode-se afirmar que, apesar de simples, a primeira questão da SP conseguiu mobilizar boa parte dos discentes a refletir e elaborar uma sugestão que correspondesse ao objetivo do desafio proposto. Os áudios das discussões permitem afirmar que, em sete grupos, os discentes mobilizaram-se para, diante de um tema que ainda não tinha sido trabalhado pela professora regente das turmas, utilizar um raciocínio lógico embasado em seus conhecimentos prévios e resolver a questão.

Ainda com base nas afirmações de Echeverría e Pozzo (1998), um problema deve ser, de certo modo, uma situação nova, algo cuja solução não deve ser idêntica à de um desafio anteriormente enfrentado, possibilitando ao educando a

construção de um novo conhecimento. Sendo assim, quanto aos outros questionamentos da primeira SP também relacionados apenas ao preparo de soro caseiro (questões 2, 3, 4, e 7), os áudios das discussões ocorridas nos grupos levam à seguinte reflexão: considerando que os discentes debateram essas questões após terem discutido o primeiro questionamento, tendo a maioria obtido êxito em sua resolução, será que essas quatro questões podem, realmente, ser consideradas problemas?

Os registros desses áudios revelam que, durante as discussões dessas questões, praticamente houve apenas a repetição do raciocínio utilizado para solucionar o primeiro questionamento. A segunda questão, por exemplo, diferenciou-se da primeira basicamente pela quantidade de soro almejada (500 mL), exigindo dos discentes um procedimento semelhante ao anteriormente adotado. Os fragmentos a seguir, referentes às discussões ocorridas nos grupos G1B e G2A, permitem a confirmação desse fato.

G1B

B1: “[...] Mesma coisa da outra. Meio pelos extremos”.

B3: “É. Um litro tem quarenta gramas. Quinhentos mL... Meio litro... Precisa nem fazer conta... Vai ser vinte”.

P3: “E do sal, B2?”.

B2: “Vai ser a metade também. Dá um vírgula vinte e cinco [...]”.

G2A

A6: “[...] Aqui é regra de três, de novo. Na verdade, é só dividir esses valores daqui por dois. Três e meio dividido por dois é quanto?”.

A7: “Um e pouco. Deixe eu ver... Um e vinte e cinco. O açúcar tem que ser vinte”.

A8: “Vamos escrever aqui, então. É possível preparar [...]”.

Com base em trechos como esses, pode-se inferir que os discentes permaneceram boa parte do tempo destinado ao segundo momento da atividade (etapa de resolução do problema) discutindo questões que passaram a ser vistas como simples exercícios. Segundo Borges (2002), para resolver um problema, o aluno deve fazer algo a mais do que simplesmente lembrar-se de uma situação similar que conseguiu resolver. As notas de campo do pesquisador indicam que, ao analisar o comportamento de alguns estudantes enquanto tentavam solucionar quarta questão, a A1 começava a ser enfadonha, pois apresentava um excesso de

questionamentos que não traziam nenhum elemento novo, alguma coisa que gerasse novas discussões e, conseqüentemente, estimulasse a construção de novos conhecimentos.

No que diz respeito à ocasião em que os grupos socializaram as respostas referentes às cinco questões citadas até então (3º momento da AI), observou-se que, percebendo a coerência das respostas apresentadas pelos grupos que sentiram-se à vontade para tal exposição, as docentes optaram por não prolongar esse debate. Esse fato dificultou a identificação de ações esperadas para esse momento como, por exemplo, a análise crítica das ideias socializadas (CARVALHO, 2013).

4.1.2 Problematizando aspectos relacionados à diluição de soluções

Sobre o desafio que norteou as discussões acerca de aspectos quantitativos envolvidos no processo de diluição de soluções (questão 5 da primeira SP), os discentes foram questionados quanto à possibilidade de se atribuir o adjetivo concentrada a uma solução de soro caseiro que sofreu a adição de certo volume de água, solicitando-se, em seguida, que explicassem suas respostas.

Levando em consideração as ideias de Pozo (1998) e Francisco Jr. et al. (2008), pode-se afirmar que esse questionamento inicial não foi um bom disparador de discussões, uma vez que permitia apenas dois tipos de resposta: sim ou não. No entanto, como na sequência foi solicitado que os estudantes explicassem suas respostas, foi possível extrair do segundo momento dessa AI as hipóteses elaboradas pelos grupos para tentar explicar o fato em discussão.

Os nove grupos participantes foram unânimes ao responder que não. Ao analisar as explicações construídas pelos mesmos, observou-se que três delas aproximaram-se do discurso científico almejado, uma vez que relacionaram a diminuição da concentração ao fato de ter ocorrido apenas a adição de solvente. Esse fato fez com que essas hipóteses fossem categorizadas como coerentes.

Quanto aos demais grupos, as hipóteses construídas destoam do discurso científico almejado, pois, ou afirmaram, equivocadamente, que a diluição gerou a diminuição da quantidade de soluto presente no soro, ou limitaram-se a utilizar

sinônimos do termo diluído (“fraco”, “menos concentrado”) para justificar suas respostas, sendo, por isso, classificadas como incoerentes.

A questão em debate, por abordar algo diferente das quatro questões que a antecederam, exigindo dos discentes a manifestação de novas habilidades, parece ter devolvido o interesse a alguns estudantes que já apresentavam certa desmotivação com a atividade, possibilitando a identificação de procedimentos e atitudes que se assemelham aos vivenciados no meio científico. O quadro a seguir, além de apresentar a quantidade de hipóteses obtidas nas categorias criadas, traz alguns exemplos das discussões que permitiram essa categorização.

QUADRO 5 – Categorias obtidas, frequência e exemplos das discussões ocorridas nos grupos para tentar solucionar a questão cinco da primeira SP.

Categoria	Frequência	Exemplos
Coerente	3	<p><u>G3A</u></p> <p>A11: “Diminui”. P1: “Por que diminui?”. A11: “Porque tá diluído”. P1: “Certo, mas tem que explicar o porquê?”. A11: “Porque ele adicionou apenas solvente. Quando a gente coloca água no suco de pacote, pra render, a gente colocou mais pó?”. A12: “Não”. A11: “Então! A proporção diminui [...]”.</p> <p><u>G2B</u></p> <p>B6: “[...] O açúcar aqui não vai ser quarenta gramas por litro”. B7: “Vai ser menos?”. B6: “Vai. É uma diluição. Se não colocou mais soluto[...]”. B7: “E vai ser quanto?”. B6: “Não sei, mas vai ser menor. Se a concentração é a proporção entre a massa e o volume... A proporção vai diminuir”. Vocês acham o quê?”. B5: “Concordo. No caso aqui ele dobrou o volume. Acho que vai cair pela metade”.</p>
Incoerente	6	<p><u>G2A</u></p> <p>A6: “Não vai aumentar”. A8: “Fica mais fraco, né?”. A6: “Isso. Vai ficar mais aguado”.</p> <p><u>G4B</u></p> <p>B13: “Ele diminui. Vai Ficar mais diluído”. P3: “Vocês sabem explicar por que vai ficar mais diluído?”. B13: “Porque o soluto vai diminuir”.</p>

Fonte: Arquivo do autor (2016).

Na construção dessas ideias, chama a atenção uma situação ocorrida no grupo G3A. O estudante A11, partindo daquilo que Carvalho (2013) chama de raciocínio proporcional do tipo “se/então”, cita uma situação do cotidiano para justificar sua hipótese (destaque em negrito).

Raciocínios semelhantes a esse são percebidos no grupo G2B, onde, por meio de inferências, o aluno B6 faz colocações que aproximam a sua fala do discurso científico. Utilizando conceitos construídos no início da aula (“soluto”, “diluição”), por meio de procedimentos, como a elaboração e justificativa de hipóteses, e atitudes como a valorização do trabalho coletivo (destaques em negrito), esse discente, juntamente com os colegas do grupo, vai construindo as primeiras ideias sobre quais os efeitos, em termos quantitativos, do processo de diluição de soluções.

Comportamentos como esses vão ao encontro das ideias de Pozo e Crespo (2009), ao afirmarem que, em atividades educativas que envolvem resolução de problemas, os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais são indissociáveis. Isso porque, em uma AI, a construção de novos conceitos ocorre por meio do estímulo à autonomia e, conseqüentemente, à participação intelectualmente ativa dos discentes. Nessa perspectiva, Gil Pérez e Vilches (2006) afirmam que, em uma abordagem problematizadora, deve-se esperar que o ensino de Ciências possibilite aos discentes a ampliação de seus conhecimentos para outros, como os procedimentais e os atitudinais, contribuindo, inclusive, para a compreensão de conceitos que são abordados de forma tradicional.

Diante da variedade de respostas apresentadas pelos grupos, cabe ao docente, no terceiro momento da AI (etapa de socialização dessas hipóteses), o papel de mediar o debate de modo que os próprios grupos que conseguiram construir argumentos coerentes possam confrontar as construções dos demais colegas, propiciando um momento que envolve análise crítica, reconstrução de ideias e conseqüente desenvolvimento da autonomia discente (CARVALHO, 2013).

O trecho a seguir, registrado na turma B, no 3º momento dessa AI, traz parte da discussão que envolveu a questão em debate. Eis o trecho:

P3: “[...] O grupo três respondeu o quê?”.

G3B: “Que a concentração vai diminuir”.

P3: “Ok, mas por que vai diminuir?”.

G3B: “[...] Ele não fica mais fraco?”.

P3: “Certo, mas por que fica mais fraco? Procurem explicar citando o que ocorreu com as quantidades de soluto e solvente. Vamos lá! Quem pode ajudar? Grupo dois!”.

G2B: “Explique aí, B7”.

G2B: “A gente acha que a concentração vai diminuir porque aumenta o solvente, mas não aumenta o soluto, entendeu?”.

G4B: “Eita! E a gente explicou que o soluto ia diminuir”.

G2B: “Não. O que diminui é a proporção”.

G4B: “Verdade”.

P3: “E por que vocês acharam que ia diminuir?”.

G4B: “A gente foi pelo nome menos concentrado, que é o mesmo que diluído, né? A gente achou que menos concentrado significa menos soluto”.

P3: “E significa o quê?”.

G4B: “O que o grupo dois disse: que vai diminuir a proporção”.

P3: “Entendeu, grupo 3?”.

G3B: “Entendi. E se a gente colocar mais sal e mais açúcar, tem como saber quanto vai usar, pra voltar pra quantidade certa? [...]”.

Diferentemente do que ocorreu nas discussões relacionadas ao preparo de soluções, a maioria dos grupos, tanto na turma A quanto na turma B, foi instigada a justificar as respostas socializadas. Esse estímulo, na turma B, ocorreu por meio de constantes questionamentos realizados pela docente P3 ao longo do debate (destaques em negrito). A importância da problematização, por parte do docente, para o desenvolvimento da argumentação discente é percebida na afirmação de Bellucco e Carvalho (2014). De acordo com os autores, na educação básica, geralmente, as alegações orais ou escritas dos discentes só serão justificadas quando devidamente questionadas.

Para Francisco Jr. e colaboradores (2008), a relevância de uma atividade investigativa não consiste apenas no estímulo à elaboração de hipóteses para a resolução de problemas, mas também em instigar os estudantes a analisarem criticamente suas conclusões, por meio da constante problematização. Essa análise crítica é percebida, por exemplo, nas duas falas sublinhadas, provenientes do grupo G4B. Nelas, os estudantes desse grupo descrevem o raciocínio elaborado e apontam o equívoco cometido (associar o termo menos concentrado à diminuição da quantidade de soluto). Em seguida, concordando com a resposta anteriormente socializada pelo grupo G2B, esses discentes apresentam um argumento mais próximo do discurso científico almejado, ou seja, associam o termo menos concentrado à diminuição da proporção entre as quantidades dos solutos e do solvente presentes na solução em análise.

No final do trecho exposto, a mediadora pergunta ao grupo G3B se este havia compreendido as explicações dos grupos G2B e G4B, deixando transparecer

que a discussão do problema em questão parecia caminhar para seu encerramento. Nesse momento, o grupo não se limita a afirmar que entendeu e opta por lançar uma nova pergunta, prolongando o debate e demonstrando interesse em continuar construindo conhecimento sobre a temática (“E se a gente colocar mais sal e mais açúcar, tem como saber quanto vai usar, pra voltar pra quantidade certa?”). Nessa ação, percebe-se mais um indício de que a AI em cena, apesar das limitações discutidas no tópico anterior, conseguiu promover ambientes de aprendizagem que aproximam a Ciência escolar das características do meio científico. A formulação de perguntas, algo tão presente nos debates científicos, é uma das habilidades almejadas quando o assunto é ensinar Ciências por meio de AI (CARVALHO, 2013).

A pergunta feita constituiu um novo problema, exigindo dos grupos mais um processo de elaboração de hipóteses, iniciando, assim, mais um ciclo de etapas do raciocínio científico (CARVALHO, 2013). No processo de argumentação dessas hipóteses, notou-se uma apropriação, por parte de alguns grupos, de termos científicos abordados na aula anterior, como solução, soluto, solvente e diluição.

Diante das observações expostas, apesar desse momento ter sido considerado produtivo, útil para o entendimento de alguns aspectos relacionados à diluição de soluções, notou-se que ele não conseguiu contemplar uma participação ativa do grupo G1B nas discussões. A ausência de perguntas direcionadas a este grupo, que, na etapa de resolução do problema, elaborou uma resposta considerada incoerente, fez com que o mesmo permanecesse na inércia durante todo esse momento do debate, tornando impossível, portanto, saber se os benefícios proporcionados aos grupos G3B e G4B (reflexão e reconstrução das respostas) foram estendidos a esse grupo.

4.1.3 Problematicando aspectos relacionados à mistura de soluções

Para discutir os aspectos quantitativos relacionados à mistura de soluções, foi solicitado que os discentes propusessem um procedimento onde, por meio da mistura de duas soluções de soro caseiro, fosse originada uma nova solução cujas concentrações de sal e açúcar fossem 3 g/L e 10 g/L, respectivamente (questão 6 da primeira SP).

Dentre os problemas que nortearam os debates nessa AI, pode-se afirmar que esse foi o que mais suscitou discussões e envolvimento dos discentes na busca por caminhos que permitissem a sua resolução. Acredita-se que esse comportamento deve-se ao fato da questão permitir várias formas de resolução. Isso porque, muitas são as sugestões de misturas que poderiam originar uma solução com as concentrações almejadas na questão em análise.

Peduzzi (1997) afirma que, quando possuem essa característica, as situações-problema estimulam uma maior autonomia discente, uma vez que ampliam o leque de possibilidades para que os alunos possam ativar seus conhecimentos prévios na procura de soluções.

Os áudios das discussões e os registros escritos indicam que apenas o grupo G4B não conseguiu elaborar uma resposta para o problema. Das oito hipóteses construídas, quatro foram consideradas coerentes, pois conseguiram propor um procedimento de obtenção da solução almejada, estabelecendo relações entre as massas dos solutos e o volume da solução. Outras quatro hipóteses foram categorizadas como incoerentes, uma vez que levaram em consideração somente as massas dos solutos presentes nas soluções a serem misturadas, fato que fez com que propusessem uma mistura cuja solução resultante não apresentava as concentrações desejadas. O quadro 6 exemplifica alguns argumentos que possibilitaram essa categorização.

Dentre os exemplos de participação intelectualmente ativa dos discentes, oportunizados pelas discussões ocorridas no segundo momento dessa AI, pode-se citar o raciocínio desenvolvido por A7 (**destaque em negrito do quadro 6**), membro do grupo G2A. Nele, esse discente cria uma situação envolvendo uma solução presente em seu cotidiano, o café, para, a partir daí, juntamente com seus colegas, elaborar a hipótese do grupo. Lewin e Lamascólo (1998) afirmam que toda investigação inicia-se com a utilização de algum conhecimento prévio. No caso citado, o ponto de partida de A7, ou seja, a percepção de que a mistura de uma solução “forte” com uma “fraca” origina uma solução com concentração intermediária, está embasado em seu conhecimento de mundo. Sustentado nesta observação, o grupo prossegue a investigação sugerindo a mistura de uma solução de concentração superior, com outra menos concentrada que a solução almejada (fala sublinhada do quadro 6). Discussões semelhantes a essa, percebidas em

algumas discussões dessa A1, permitem afirmar que ela, de fato, possui alguma natureza investigativa.

QUADRO 6 – Categorias obtidas, frequência e exemplos das discussões ocorridas nos grupos para tentar solucionar a questão seis da primeira SP.

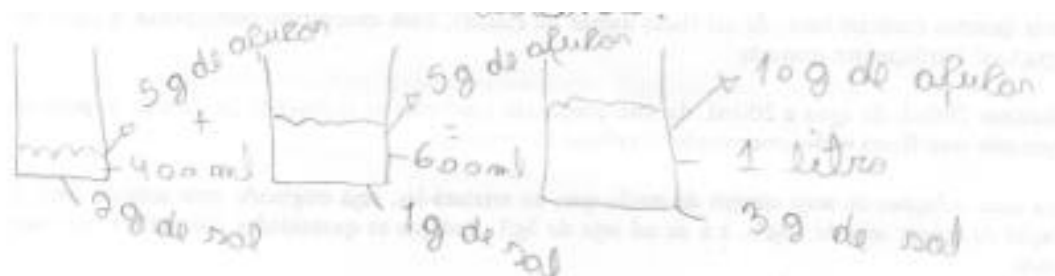
Categoria	Frequência	Exemplos
Coerente	4	<p><u>G2A</u></p> <p>A6: “Cara! Essa tá meio difícil”.</p> <p>A7: “Tava pensando aqui: Se a gente misturar dois cafés, um forte e um fraco. Qual vai ser o sabor?”.</p> <p>A6: “Vai tá entre os dois, né não?”.</p> <p><u>A7: “Então! Eu penso que tem que pegar um soro que tem mais com outro que tem menos”.</u></p> <p><u>G4A</u></p> <p>A17: “Vamos fazer um litro! Aí pega, tipo, quatrocentos ml de um e seiscentos ml do outro”.</p> <p>A16: “E coloca quanto de sal?”.</p> <p>A17: “Escolha aí. Tem que somar e dar três, entendeu?”.</p> <p>A16: “Mais ou menos”.</p> <p><u>G2B</u></p> <p>B6: “Pegue dois litros. Um de cada. Aí vai colocando açúcar e fazendo a proporção”.</p> <p>B7: “Questãozinha difícil, essa!”.</p> <p>B6: “Né não, veja [...]”.</p>
Incoerente	4	<p><u>G1A</u></p> <p>A1: “Eu acho que tem que misturar um soro que tem cinco gramas de açúcar e um e meio de sal, com outro que tem a mesma quantidade”.</p> <p>P2: “Mas vocês vão usar quantos litros?”.</p> <p>A1: “Tanto faz. O que importa é que vai ter dez e três”.</p> <p>A2: “E a concentração vai ser essa?”.</p> <p>A1: “Vai. É só somar os dois”.</p> <p><u>G1B</u></p> <p>B1: “A gente tem que somar as massas pra dar três e dez né, professora?”.</p> <p>P4: “E qual volume vocês vão utilizar?”.</p> <p>B1: “Vixe! E isso importa é?”.</p> <p>P4: “Pensem aí!”.</p>

Fonte: Arquivo do autor (2016).

Outra situação que merece destaque é a atitude do aluno A17, membro do grupo G4A. Após as falas registradas no quadro 6, percebendo que sua colega A16

não tinha compreendido bem sua justificativa, o estudante construiu um desenho para explicar aos membros do grupo o seu raciocínio. Lemke (1998) afirma que a construção de representações visuais é parte integrante da atividade científica. No caso em análise, a construção da representação foi a estratégia adotada pelo aluno para validar a sua hipótese. A figura 6 apresenta o desenho utilizado por A17 para convencer seus colegas de grupo de que sua proposta era coerente.

FIGURA 6 – Desenho feito por A17 para validar sua proposta de resolução do problema.



Fonte: Arquivo do autor (2016).

A continuidade do trecho que registra a discussão ocorrida no grupo G2B (quadro 6) também chamou a atenção do pesquisador. Nesse debate, foram percebidas algumas características que aproximaram esse momento da prática científica, contribuindo para a consolidação da aprendizagem de conceitos, bem como para o desenvolvimento de procedimentos e atitudes. A referida discussão é exposta a seguir, onde essas características são identificadas (comentários em negrito).

B6: "Pegue dois litros. Um de cada. Aí vai colocando açúcar e fazendo a proporção".

B7: "Questãozinha difícil, essa!".

B6: "Né não, veja: Se agente pegar um litro com dez gramas de açúcar, repare bem, e outro litro com, deixe eu ver, com dez mesmo, vai tá certo?".

[o aluno está tentando explicar aos colegas, ao passo que testa sua hipótese por meio da construção de um exemplo, ou seja, adotando uma estratégia]

B7: "Não".

B6: "Por que não?".

B7: "Porque vai ter vinte".

B6: "Tem que ver a proporção. Se tem vinte gramas em dois litros, vai ter quanto em um litro?". **[construção do raciocínio proporcional]**

B5: "Quando faz essa mistura, fica mais diluída?".

B6: "Não. Diluição é quando só coloca solvente **[utiliza conceitos abordados no início da aula]**. Vai ter quanto?".

B7: "Vai ter dez. Entendi, agora". **[construção coletiva do conhecimento]**

B6: "Entendeu também, B5?". **[saber trabalhar em grupo]**

B5: "Entendi".

B6: “Vamos ver o sal, agora [...]”.

No que diz respeito às hipóteses consideradas incoerentes, sua existência faz do terceiro momento dessa AI uma ocasião ainda mais importante. É nele que os grupos referentes a essa categoria têm a oportunidade de, deparando-se com opiniões divergentes da sua, desenvolver procedimentos e atitudes que lhe permitam evoluir a ponto de perceber como suas hipóteses destoam do saber científico almejado (CARVALHO, 2013). Com o intuito de apresentar dados que permitam analisar se, de fato, houve essa evolução, por parte de algum grupo, apresenta-se, a seguir, o fragmento de uma das discussões sobre o problema em cena, registrada na turma A. Eis o trecho:

G5A: “[...] A gente misturou uma que tem cinco gramas de açúcar e um e meio de sal, com outra que tem essas mesmas quantidades”.

P1: “Mas qual o volume?”.

G5A: “Não é um litro de cada?”.

P1: “Vocês que decidem o volume”.

G5A: “Um litro”.

P1: “Então gente? Concordam?”.

G1A: “Sim”.

G4A: “Não”

P1: “Vamos lá! Grupo um. Por que concorda?”.

G1A: “Porque no final vai ter dez gramas de açúcar e três gramas de sal”.

P1: “Mas essas quantidades estão presentes em um volume de quantos litros?”.

G4A: “De dois, mas tem que ter essas quantidades em um. Tem que ver a proporção, de novo”.

G1A: “E o que importa não é que tem que ter três e dez?”.

G4A: “Tem que ter três e dez na proporção que ele quer, entendeu?”.

G5A: “Não entendi!”.

G4A: “Faça uma regra de três aí para o que você fez. Vocês tão dizendo que tem três gramas de sal em dois litros. Aí faça aí: Se três tá em dois litros, quanto é que vai ter em um litro? X vai dar quanto?”.

G5A: “Um e meio. Entendi”.

G1A: “Hum. Verdade!”.

G1A: “Tá vendo A1! Bem que eu disse que tinha que ver a proporção”.

P1: “Então, quais são as concentrações de sal e açúcar na mistura que vocês prepararam? Grupo um!”.

G1A: “É ... Um vírgula cinco gramas por litro de sal e cinco gramas por litro de açúcar. A gente já sabe como faz, agora”.

Esse registro mostra um momento da discussão em que a etapa de sistematização dos conhecimentos proporcionou aos grupos G1A e G5A a identificação do erro adotado ao construir suas hipóteses. Ao ter seus argumentos confrontados pelo grupo G4A (destaques em negrito), esses dois grupos passam a perceber que para atingir o objetivo do desafio, além de levar em consideração as

massas dos solutos presentes nas soluções a serem misturadas, seria fundamental definir o volume dessas soluções. Aqui, o processo que permite a percepção do erro é bem diferente do que costuma ocorrer em abordagens que centram o ensino-aprendizagem no docente. Enquanto nesta, os erros geralmente são indicados pelos professores, por meio de exercícios que verificam a memorização de conceitos e fórmulas transmitidos; a utilização de situações-problema cria condições para que os discentes possam analisar criticamente suas construções, identificando e aprendendo com seus erros. Para Francisco Jr. e colaboradores (2008), em uma atividade investigativa, o erro ajuda a perceber que raciocínio científico não é calcado em certezas. A construção de estratégias equivocadas passa a ser vista como uma valiosa oportunidade que permite aos discentes o desenvolvimento de um pensamento crítico diante de seus procedimentos e atitudes, entendendo a dinamicidade do processo que origina o conhecimento científico.

Após a análise das discussões ocorridas ao longo dessa primeira AI, pode-se afirmar que esta conseguiu proporcionar aos sujeitos da pesquisa momentos que fizeram destes o centro do processo educacional. Apesar de ter pecado pela utilização de uma SP que possuía um excessivo número de questões, onde a maioria exigia simplesmente a repetição mecânica de passos anteriormente adotados, foi possível identificar o desenvolvimento de procedimentos e atitudes que atribuem a esta atividade uma natureza investigativa.

Por meio do estímulo à construção e socialização de hipóteses, esses estudantes puderam vivenciar situações que os tornaram responsáveis por seu aprendizado. Nesses momentos, a aprendizagem pôde ser interpretada como a consequência da manifestação de habilidades como a inferência, a busca por situações do cotidiano que pudessem embasar suas hipóteses, a construção de representações visuais, a elaboração de novas perguntas, dentre outras. Nesse processo, os discentes tiveram a oportunidade de perceber o aspecto dinâmico da Ciência, enxergando-a não como um conjunto de leis e teorizações sem sentido, mas como algo fruto de um processo que envolve reflexão, tomada de decisões e que possui fundamental importância para o entendimento dos contextos sociais que os cercam.

4.2 Segunda Atividade Investigativa

Seguindo a recomendação do projeto que norteou essa pesquisa, no processo de elaboração da SP utilizada nessa AI, buscou-se construir uma situação que tivesse um grau de complexidade maior que o da SP utilizada na primeira atividade. Além disso, nesse processo de construção, também foram levadas em consideração algumas características da SP anterior que podem ter dificultado o desenvolvimento e a manifestação de uma maior diversidade de habilidades relacionadas ao fazer ciência. Como exemplo, pode-se citar o excessivo número de questões, onde a maioria exigia simplesmente a repetição mecânica de passos anteriormente adotados, fato que gerou, inclusive, uma oscilação na motivação de boa parte dos discentes ao longo da primeira AI.

A SP em questão (Apêndice B) foi elaborada com a intenção de gerar discussões acerca de como a presença de determinados solutos, em soluções que fazem parte do cotidiano do discente, modifica algumas propriedades dos solventes em que se encontram. Nesse processo, esperava-se criar condições para que os alunos pudessem construir os conceitos de três propriedades coligativas: ebulioscopia, tonoscopia e crioscopia.

A exemplo do que ocorreu na aplicação da primeira AI, seguindo as orientações de Kasseboehmer e colaboradores (2015), quando a atividade foi aplicada, os estudantes já haviam discutido, em aulas anteriores, conceitos químicos considerados pré-requisitos para a construção do conhecimento almejado. De acordo com os autores, sem esta ação, o sucesso da investigação estaria comprometido, uma vez que os investigadores, os estudantes, estariam sem os elementos indispensáveis à construção de hipóteses para a resolução dos problemas propostos. Conceitos como os de ponto de fusão, ponto de ebulição, interações intermoleculares, soluto não volátil, pressão máxima de vapor, dentre outros, já tinham sido discutidos nas turmas em análise.

Diferentemente da primeira SP, onde se exigiu dos discentes apenas a utilização de conceitos anteriormente trabalhados para perceber e entender relações de proporcionalidade existentes em uma solução, a SP em análise requereu desses alunos a habilidade de usar os conceitos previamente discutidos para construir novos conceitos. Acredita-se ser essa uma das características que conferem a essa

situação um maior grau de complexidade. Outra característica seria o fato da segunda SP ter exigido dos discentes a habilidade de, tendo a devida orientação, planejar um experimento que pudesse auxiliar a justificar hipóteses elaboradas ao longo da atividade.

4.2.1 Problematicando os conceitos de ebulioscopia e tonoscopia

Um dos desafios solicitados aos grupos (questão 1 da segunda SP) foi que estes propusessem uma explicação para um fato observado por Carla (personagem da SP): No preparo do café, quando sua mãe adicionava açúcar à água em ebulição, percebia-se que a fervura cessava temporariamente.

Munidos das “peças do quebra-cabeças” – conhecimentos prévios necessários à construção de hipóteses (KASSEBOEHMER et al., 2015), os discentes, em seus grupos, tentaram propor uma explicação para o fato. As hipóteses construídas pelos dez grupos participantes dessa atividade foram categorizadas em a) coerentes – que relacionaram a interrupção da ebulição às interações entre as partículas do soluto não volátil e do solvente; b) incoerentes – que, em nenhum momento da discussão, estabeleceram esse tipo de relação. Seguindo esse critério, foi construído o quadro 7. Ele apresenta quantidade de hipóteses obtidas nessas categorias, bem como alguns exemplos das discussões que possibilitaram essa categorização.

QUADRO 7 – Categorias obtidas, frequência e exemplos das discussões ocorridas nos grupos para tentar solucionar a questão um da SP.

Categoria	Frequência	Exemplos
Coerente	6	<p><u>G1A</u></p> <p>A1: “O açúcar é não-volátil?”. P1: “Sim”. A1: “Então. Acho que ele não evapora. Ele fica lá, interagindo com o solvente”. P1: “Que tipo de interação é essa?”. A1: “Diga aí o que você tava dizendo nestante, A2”. <u>A2: “É a interação entre as moléculas do solvente e do soluto”.</u> P1: “Alguém sabe dizer como acontece essa interação?”. <u>A2: “Eles não tem prótons e elétrons? Então. Acho que são atrações entre as cargas dessas moléculas”.</u></p> <p><u>G2B</u></p> <p>B6: “Com o soluto, vai ficar mais difícil ferver”. B7: “E o porquê? A gente responde como?”. B8: “O ponto de ebulição da água é quanto?”. B9: “Acho que é cem”. B8: “Então agora vai ser maior que cem. Acho que tem a ver com a pressão de vapor”. P3: “B10, o que você acha?”. B10: “Essa pressão de vapor aí não é aquela do equilíbrio?”. P3: “Isso”. B10: “Eu acho que essa pressão de vapor não vai ser a mesma”. P3: “E vai ser maior ou menor?”. B10: “Menor, eu acho”. P3: “E como a gente explica isso?”. B6: “O contato entre os dois vai fazer com que essa passagem para o gasoso seja mais difícil. Acho que é isso, não tenho certeza”.</p>
Incoerente	4	<p><u>G4A</u></p> <p>A16: “A água para de ferver porque o açúcar vai pesar sobre ela”. A17: “Vai pesar? Mas não tá dissolvido?”. A16: “Tá. Vai pesar na hora que coloca. Cria um impedimento”. A17: “Que impedimento?”. A16: “De ferver”.</p> <p><u>G3B</u></p> <p>B11: “O açúcar vai criar tipo uma película que impede a água de subir”. P3: “Mesmo dissolvido, ele vai criar isso?”. B11: “Acho que sim. Mesmo assim, vai ter essa película”. B12: “Eu também acho. Aí quando aquece mais um pouco, essa película rasga”. B13: “Isso aí vai tá errado”. B12: “Então, diga aí o que você acha!”.</p>

Fonte: Arquivo do autor (2016).

Observando os exemplos de trechos das discussões que originaram hipóteses coerentes, é possível destacar alguns elementos que evidenciam a presença de habilidades cognitivas. No debate ocorrido no grupo G1A (quadro 7), o estudante A1 utiliza o conceito de soluto não volátil, aprendido anteriormente, para inferir que este permaneceria na solução, interagindo com a água (destaques em negrito). Na sequência, o aluno A2 tenta explicar a interação mencionada, em uma fala que, embora não tenha citado diretamente esse termo, parece remeter às interações intermoleculares (fragmentos sublinhados).

De acordo com Munford e Lima (2007), uma abordagem investigativa que preza pela aproximação entre a ciência escolar e a ciência praticada pelos cientistas deve envolver a elaboração de desafios que permitam o estabelecimento de relações entre o conhecimento científico e o contexto de sua produção. Nessa perspectiva, Wartha e Lemos (2016) afirmam que uma pergunta que seja, de fato, investigativa sempre irá possibilitar a relação entre contexto e conceito. É justamente essa a habilidade identificada na discussão do grupo G1A. Nela, os estudantes relacionam o objeto da investigação (interrupção da fervura) a conceitos como os de soluto não volátil e interações intermoleculares. Nesse contexto, esses discentes vão iniciando o processo de construção dos conceitos de ebulioscopia e tonoscopia.

Analisando a discussão realizada por estudantes do grupo G2B (quadro 7), também é possível afirmar que os estudantes do grupo iniciam o processo de construção dos conceitos de ebulioscopia e tonoscopia, até então desconhecidos, em um contexto onde o objeto da investigação é relacionado a conceitos já discutidos, como os de pressão máxima de vapor e temperatura de ebulição (destaques em negrito).

No que diz respeito aos exemplos dos trechos que permitiram a extração das hipóteses consideradas incoerentes, as ideias construídas levam a crer que esses discentes ainda não dominavam conceitos anteriormente trabalhados, uma vez que sequer fizeram menção aos mesmos, tanto nas discussões quanto em suas produções escritas. Chama a atenção a imaginação fértil de alguns alunos como, por exemplo, B11 (membro do grupo G3B), ao, em um discurso distante do saber científico almejado, imaginar que a presença do soluto criaria uma “película” que seria a responsável pela cessão da ebulição (destaque em negrito). Também merece destaque o raciocínio do aluno A16 (membro do grupo G4A), quando, sem

utilizar nenhum conceito trabalhado anteriormente, explica o fenômeno alegando que “o açúcar vai pesar” sobre a água (destaques em negrito).

Ainda que os raciocínios construídos nesses grupos estejam distante da explicação desejada, não se pode afirmar que as discussões ali ocorridas destoam do principal objetivo de uma AI. A meta mais importante do ensino por investigação é a busca por respostas. Independentemente da coerência das hipóteses construídas, o sucesso do segundo momento (etapa de resolução de problemas) da AI em análise deve ser mensurado por meio de seu potencial para motivar, intrinsecamente, os discentes a tentar construir respostas que explicassem os fenômenos com os quais se depararam. Nesse sentido, é possível afirmar que, devido ao fato de se ter identificado a disposição para solucionar o problema, seguida da busca por respostas, os membros desses grupos também vivenciaram atitudes e procedimentos que contribuem para a formação de seu espírito científico.

Obviamente, por se tratar de uma atividade pedagógica, a investigação no ambiente escolar não pode encerrar-se com a simples constatação de que há a imersão dos discentes no processo de construção de hipóteses. É preciso oportunizar a esses grupos um momento em que estes possam socializar suas ideias e sejam provocados não apenas a justificá-las, mas também utilizá-las para confrontar possíveis argumentos divergentes (CARVALHO, 2013). Imagina-se esse momento como mais uma oportunidade que aqueles que propuseram ideias distantes do discurso científico almejado terão de, sob a orientação das docentes, estabelecer relações entre o contexto em que se encontra o problema em debate e os conceitos a serem construídos.

O trecho a seguir apresenta uma das discussões ocorridas na turma A, no terceiro momento dessa atividade. Nesse debate, é possível perceber indícios da presença de habilidades discutidas no parágrafo anterior. Eis o trecho:

G4A: “[...] A gente não sabe bem se é isso, mas colocamos que o peso do açúcar vai impedir a água de ferver”.

P1: “Mas no texto dá pra entender que depois de um tempo ela volta a ferver, né?”.

G4A: “Sim. A gente acha que depois que vai dissolvendo é que vai voltando a ferver”.

P1: “E aí, gente? Concordam ou não com o grupo quatro?”.

G1A: “A gente não concorda, professora!”.

P1: “Por que não? Fale aí pra seus colegas”.

G1A: “A gente acha que quando dissolve é que vai ficar difícil de ferver”.

G4A: “Como?”.

G1A: “Lembra que a professora falou de não volátil? Então! Ela disse que o açúcar é um desse. Aí a gente colocou que não vai evaporar. Vai ficar lá, interagindo com a água”.

G2A: “Como assim, interagindo?”.

G1A: “Aquele negócio lá de polo, que a gente viu. Interação entre as moléculas”.

G4A: “Então a nossa tá errada, né, professora?”.

P1: “O que você acha? Você e seus colegas do grupo?”.

G4A: “A gente acha que tá. Vai dissolver logo quando coloca. Então esse efeito é quando tá dissolvido mesmo. Tem sentido isso aí que ele falou sobre interagir”.

P1: “Então se tá interagindo, e tá mais difícil ferver, o que acontece com o ponto de ebulição? Aumenta ou diminui?”.

G2A: “Vai aumentar [...]”.

No fragmento destacado em negrito, percebe-se uma sequência da discussão onde não há a intervenção das docentes. Nela, estudantes do grupo G1A apropriam-se de mais uma característica da atividade científica: a comunicação da hipótese elaborada (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). Ao passo em que comunicam o raciocínio adotado, esses alunos fornecem subsídios a estudantes do grupo G4A para que estes possam evoluir em seus argumentos. Ainda que de um modo tímido e não muito estruturado, o que já era esperado, uma vez que se trata de alunos da educação básica e que não vivenciam essa metodologia cotidianamente, esses estudantes vão auxiliando seus colegas a enxergarem a incoerência de seu raciocínio. Na sequência (trecho sublinhado), indagada pelo grupo G4A acerca do equívoco adotado por este, a docente P1 responde com uma nova pergunta, estimulando esses discentes a, novamente, exercitar a habilidade de comunicar seus argumentos, dessa vez, um pouco mais alinhado com o discurso científico. No final do trecho, ela lança ainda um questionamento que traz para a discussão a influência da interação em debate na temperatura de ebulição da mistura.

Aproveitando a estreita relação entre os conceitos de ebulioscopia e tonoscopia, a docente continua mediando o terceiro momento da AI, tentando lançar questionamentos que conduzam seus discentes a debater o efeito da adição de um soluto não volátil na pressão máxima de vapor de um solvente. Eis uma parte dessa discussão:

P1: “Gente! Esse caso aqui que a gente tá discutindo, vai gerar algum efeito na pressão máxima de vapor da água?”.

G5A: “Isso aí é o que mesmo, professora?”.

P1: “Quem pode ajudar o colega?”.

G3A: “É a pressão quando tá no equilíbrio. No equilíbrio do vapor com o líquido, entendeu?”.

G5A: “Ah. Lembrei!”.

P1: “Vamos pensar um pouco. Quando a gente coloca o açúcar, vai ficar mais fácil ou mais difícil, passar para o estado gasoso?”.
G5A: “Mais difícil. Se tá interagindo”.
P1: “Isso. E aí? O que vocês acham que vai acontecer com essa pressão? Vamos lá! Outro grupo!”.
G1A: “Vai diminuir, né? Tá passando menos”.
P1: “Concordam, pessoal? Grupo quatro? [...]”.

O debate prossegue com a docente tentando envolver outros grupos na discussão. Somente ao final desta, ela apresentou aos alunos o nome das propriedades coligativas presentes nas socializações em cena (ebulioscopia e tonoscopia). Diferentemente do que costuma ocorrer em uma aula expositiva, onde o docente lança o conceito e, logo em seguida, é apresentado seu significado, buscou-se criar condições para que o conhecimento acerca dos termos em debate fosse construído pelos discentes. A partir da elaboração e validação de hipóteses, por meio da reflexão e da argumentação, estes discentes vivenciaram uma ciência escolar mais próxima do fazer ciência presente no meio científico, possibilitando indícios de que a AI em análise vai cumprindo seu principal objetivo (GIL PÉREZ et al., 2001).

4.2.2 Problematicando o conceito de crioscopia

Com o propósito de criar condições para o entendimento da propriedade coligativa denominada crioscopia, a SP lançou dois desafios aos discentes. Em um deles (questão 1 da segunda SP), foi solicitado que tentassem propor uma explicação para outro fato observado por Carla: A mistura de água e sal, utilizada na sorveteria de seu tio, encontrava-se no estado líquido, mesmo estando a uma temperatura negativa.

As hipóteses elaboradas pelos grupos foram classificadas em a) coerentes – que citaram a interação entre as partículas do soluto e do solvente como responsável pela não solidificação da água; b) incoerentes – que, em nenhum momento da discussão, citaram essa interação. A quantidade de hipóteses obtidas nessas categorias, bem como alguns exemplos dos registros escritos que, juntamente com os áudios das discussões, possibilitaram essa categorização, são apresentados a seguir:

QUADRO 8 – Categorias obtidas, frequência e exemplos das produções escritas dos grupos, relacionadas à questão um da segunda SP.

Categoria	Frequência	Exemplos
Coerente	5	G3A: “Existe uma interação entre essas substâncias que vai impedir que a água congele. O sal é um soluto não-volátil”.
		G1B: “O sal vai interagir com a água e vai deixar a união dessas moléculas mais difícil. Por isso não vai congelar”.
Incoerente	5	G6A: “O sal bloqueia o congelamento, por isso a água está no estado líquido abaixo de 0°C”.
		G4B: “A salmoura não vai empedrar, deixando a temperatura abaixo de 0°C”.

Fonte: Arquivo do autor (2016).

A opção de solicitar que os discentes registrassem por escrito todas as respostas construídas na atividade em análise fundamenta-se em autores que enfatizam a importância da produção escrita em aulas de Ciências (Francisco Jr., 2007; Oliveira e Carvalho, 2005). Para eles, essa ação contribui para uma melhor estruturação das hipóteses e estratégias adotadas na tentativa de resolver os problemas. Eles enxergam a escrita como mais uma oportunidade de repensar os caminhos percorridos, fato que pode contribuir para o aprofundamento de ideias, fomentando a busca por novos conhecimentos.

Analisando os registros escritos obtidos ao longo das atividades realizadas nessa pesquisa, observou-se que, mesmo sendo solicitado aos grupos que fossem detalhistas em suas explicações, boa parte das respostas apresentadas são sucintas. Muitas delas não permitiram a identificação do raciocínio adotado para se chegar à explicação. Apenas com a escuta dos áudios das discussões isso foi possível.

Tal observação leva à interpretação de que a prática de expressar por escrito suas ideias não é recorrente no cotidiano escolar desses estudantes. Sobre essa questão, Francisco Jr. e colaboradores (2008) afirmam que, levando em consideração a importância dessa ação, a necessidade de se planejar e desenvolver ações que estimulem habilidades de leitura e escrita não deve ser exclusividade dos docentes de língua portuguesa. Os currículos de Ciências da Natureza também

precisam destinar um espaço que permita o constante exercício dessas habilidades que tanto contribuem para a autonomia discente na interpretação de problemas e contextos nos quais estão inseridos.

Com o intento de proporcionar uma melhor compreensão do raciocínio desenvolvido pelo grupo G1B, na construção da resposta apresentada no quadro 8, expõe-se o trecho a seguir:

P4: “Essa da sorveteria? Explicaram?”.
B1: “**Em todas, a gente tá dizendo que é porque tá interagindo, professora**”.
B2: “**Só que agora tem que dizer que tá mais difícil de se juntar, né?**”.
B1: “E é?”.
B2: “**Sim. Quando congela, as substâncias não ficam mais próximas? O sal tá dissolvido e isso vai ficar mais difícil**”.
P4: “Será que é impossível a gente congelar essa água?”.
B3: “Não”.
P4: “E pra conseguir? Tem que fazer o quê?”.
B3: “Aumentar mais, o grau”.
B1: “Aumentar não, diminuir. Tem que diminuir a temperatura. O ponto de fusão vai ser menor”.
B3: “*Mas fusão não é do sólido para o líquido?*”.
B2: “*Mas tá certo. A temperatura que congela e derrete é a mesma. O que muda é que você vai tá aquecendo ou resfriando, entendeu?*”.
B3: “Ah, certo”.

Mais uma vez recorrendo às ideias de Pozo e Crespo (2009), quando afirmam que o sucesso de uma AI esta atrelado à indissociabilidade dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais abordados, o trecho acima permite a interpretação de que a atividade em cena vai cumprindo seu objetivo. Isso porque os discentes começam a construir o conceito de crioscopia por meio da imaginação, em nível microscópico, de que as partículas do sal interagem com as de água, dificultando a aproximação dessas moléculas (destaque em negrito). Na sequência (trecho sublinhado), a docente lança um questionamento que estimula o procedimento de relacionar essa dificuldade ao abaixamento do ponto de fusão. Por fim (trecho em itálico), merece destaque a atitude do estudante B2 que, percebendo que seu colega ainda não havia compreendido completamente o conceito de ponto de fusão, tenta ajudá-lo a sanar sua dúvida.

Na discussão acima descrita, é possível perceber que o estímulo à habilidade de estabelecer relações, bem como o comportamento de discentes como B2, ao ajudar seus colegas a desenvolver tal procedimento, contribuiu para o desenvolvimento da competência almejada (construção do conceito de crioscopia).

Esse fato evidencia que a estreita relação entre conteúdos, procedimentos e atitudes, oportunizada por uma AI, é uma característica que potencializa a participação intelectualmente ativa dos estudantes em sala de aula.

No que diz respeito ao outro desafio relacionado ao estudo da crioscopia (questão 3 da segunda SP), foi solicitado que os discentes, com os materiais disponibilizados, tentassem propor um procedimento experimental que os ajudassem a investigar a influência de um soluto não volátil na temperatura de congelamento de um solvente. Diferentemente de uma atividade experimental considerada tradicional, onde os discentes são orientados a simplesmente seguir roteiros predeterminados pelo docente (FERREIRA et al., 2010), a referida questão problematizadora foi planejada visando instigar uma maior autonomia por parte dos discentes.

De acordo com Hofstein e Lunetta (2004), quando os estudantes tem liberdade para debater e propor um procedimento experimental, eles sentem-se mais motivados a refletir, questionar, argumentar e tomar decisões. Características como essas dão à atividade um caráter investigativo, criando condições para que os alunos entendam a dinamicidade do processo que origina o conhecimento científico.

O trecho a seguir, registrado no momento em que os grupos da turma B socializavam suas respostas acerca de desafios que envolviam o estudo da crioscopia (questões 1 e 3 da segunda SP), evidencia a presença de características citadas anteriormente. Eis o trecho:

G1B: “[...] Aí a gente explicou que é porque o sal não deixa as moléculas de água se aproximar”.

P3: “Você quer dizer que não deixa ir para o estado sólido, né?”.

G1B: “É”.

P3: “É isso mesmo, pessoal? A água lá da sorveteria não congela por causa disso? Grupo dois, vamos lá!”.

G2B: “Sim. É a interação que a gente tava falando naquela hora”.

P3: “Então a interação entre partículas de um soluto não volátil e um solvente sempre impede o congelamento. É isso?”.

G1B: “Naquela temperatura que tá lá, né? Porque se baixar mais, uma hora consegue”.

P3: “Será que consegue mesmo? Vamos ver aqui na última questão. O que vocês sugeriram? [...]”.

G4B: “[...] Primeiro pega esses dois tubos e coloca água”.

P3: “A mesma quantidade?”.

G4B: “Deve ser”.

G1B: “Sim. Se a gente vai comparar...”.

P3: “Certo. Aí faz o quê, agora? Grupo dois”.

G2B: “Coloque logo gelo no... Como é o nome disso mesmo?”.

P3: “Béquer. Ok. E depois?”.

G2B: "Agora coloque um pouco de sal em um aí. Enfie os dois aí no baldinho de gelo".

G1B: "É béquer".

P3: "E a gente tá fazendo isso pra quê? Coloca um, depois o outro? Gente, se alguém fez diferente pode dizer, viu?".

G1B: "Pra congelar. Acho que pode ser um e depois o outro. A gente tá fazendo isso pra ver a temperatura que congela, né?".

G2B: "Mas a gente tem termômetro?"

P3: "Não. Não temos. E agora? Se a gente colocar os dois ao mesmo tempo, dá pra comparar alguma coisa, sem ter como medir a temperatura?"

G1B: "Um vai congelar primeiro".

P3: "Isso. Quem?"

G1B: "A água sozinha [...]".

A liberdade dada aos discentes, colocando nas mãos destes o rumo da aula, no que diz respeito à realização do experimento, proporcionou um debate que contou com a participação de todos os grupos. Para Kasseboehmer e colaboradores (2012), no ambiente escolar, quando são criadas condições para que os estudantes desenvolvam a autonomia em sala de aula, eles passam a dar maior credibilidade a sua capacidade de construir o conhecimento.

Obviamente, levando em consideração o nível de maturidade de um aluno de ensino médio, bem como o tempo estimado para o debate, é preciso definir alguns limites para essa liberdade. Como exemplo, pode-se citar um procedimento que foi adotado na elaboração da AI em análise: o fornecimento prévio de uma lista de materiais que seriam disponibilizados para a realização do experimento. Segundo Kasseboehmer e colaboradores (2015), isso evita a proposição de materiais que o docente não terá meios de disponibilizar, fato que pode gerar frustrações e "perda de tempo".

Outro fator de extrema importância para o sucesso da atividade é o papel do professor na condução desse planejamento experimental. De acordo com Suart e Marcondes (2009), o educador deve tomar cuidado para não conduzir seus alunos a conclusões almejadas por ele, por considerá-las corretas. Ações como essa impedem uma maior participação do discente, inibindo uma construção argumentativa mais elaborada. A exemplo do que foi percebido no trecho transcrito, essa mediação deve ocorrer por meio de constantes questionamentos que permitam aos alunos decidir e inferir, aprendendo, inclusive, com possíveis erros presentes neste processo. A percepção desses equívocos é mais um procedimento que os auxiliam a perceber as incertezas que também permeiam o raciocínio científico (FRANCISCO JR. et al., 2008).

No fragmento destacado em negrito, aparentando ter compreendido que a principal meta do experimento era constatar que a presença do sal gera a diminuição do ponto de fusão do solvente, o grupo G1B sugeriu que fosse realizada a medição das temperaturas em que os líquidos iriam congelar. Na sequência, a fala do grupo G2B, lembrando que termômetro não foi disponibilizado, demonstra o engajamento da turma na tentativa de alcançar o objetivo do desafio. Diante da dificuldade constatada, a docente P3 traz para a discussão uma nova alternativa (inserir os dois tubos ao mesmo tempo no banho de gelo). Fazendo o que se espera de uma mediadora, em uma AI, ela lança essa opção na forma de um questionamento, deixando que seus alunos julguem as consequências e a pertinência dessa escolha para o alcance do que se deseja investigar.

O debate prossegue com os discentes decidindo que, a cada cinco minutos, os tubos seriam retirados do banho para observação dos aspectos dos líquidos. Percebendo que, na primeira retirada, nenhuma mudança havia ocorrido, um dos discentes do grupo G1B dá uma sugestão que abriu caminho para uma nova discussão:

G1B: “Vamos colocar sal aí no gelo. Tenho um amigo que faz isso pra esfriar a bebida logo”.

G2B: “Já tinha ouvido falar nisso também”.

P3: “Vamos fazer isso, então, pessoal? Isso tem a ver com o que a gente tá estudando, não tem? [...]”.

Na fala de P3, é perceptível a intenção de valorizar a sugestão do discente, não apenas manifestando o desejo de experimentá-la, mas também instigando os demais colegas a buscar uma explicação para a suspeita de que a adição de sal ao gelo faria os líquidos dos tubos congelarem mais depressa. Azevedo (2004) destaca que a tentativa do docente de por em discussão cada nova ideia que chega ao debate, independentemente de sua coerência, é fundamental para o estímulo à constante participação do discente na aula, criando um ambiente favorável à construção de seu conhecimento.

Com base nos relatos apontados, pode-se afirmar que a inclusão de uma atividade experimental na SP contribuiu para aproximar ainda mais os sujeitos da pesquisa não apenas das atividades que fazem parte da vida de um cientista, mas também do seu modo de pensar. Apesar da diferença existente entre os objetivos das ciências escolar (aprendizagem daquilo que já é consolidado pela Ciência) e

acadêmica (produção de novos conhecimentos), a AI em análise mostra que, quando os caminhos percorridos para o alcance dessas metas se assemelham, cria-se, em sala de aula, um ambiente de estímulo à participação intelectualmente ativa desses discentes e, conseqüentemente, à construção do conhecimento científico (MUNFORD; LIMA, 2007).

Concluída a discussão acerca da atividade experimental, a docente P3 trouxe para o debate a questão dois da segunda SP. Nela, os discentes deveriam emitir sua opinião sobre a possibilidade de também se obter água no estado líquido a uma temperatura negativa, caso o tio de Carla tivesse utilizado açúcar no lugar do sal. Ao construir essa questão, tinha-se a intenção de possibilitar a compreensão de que, desde que seja não volátil, qualquer soluto é capaz de causar o efeito crioscópico.

Ao analisar o momento de socialização das ideias construídas, chamou a atenção o discurso do grupo G3B, único grupo da turma a, de acordo com o que consta nos registros escritos, ter afirmado não ser possível observar o mesmo fenômeno com a substituição do sal pelo açúcar. Atentando-se para o fato do açúcar também ser um soluto não volátil, esse grupo faz uma análise crítica de sua produção escrita e, em seguida, reelabora a sua conclusão. O trecho a seguir comprova o ocorrido.

P3: “[...] Grupo três! Vocês acham que se ele tivesse utilizado açúcar, a água também não iria congelar?”.

G3B: “A gente achava que não”.

P3: “Como assim, achava?”.

G3B: “É que a gente colocou aí no papel que não, mas agora a gente acha que sim”.

P3: “E por que mudaram de opinião?”.

G3B: “A gente tava pensando assim: se com o açúcar fica mais difícil ferver... Mais difícil de espalhar as moléculas de água, no caso... Então o açúcar deve aproximar mais as substâncias. Ele deve ajudar a congelar, no caso...”.

P3: “Certo. E aí?”.

G3B: “Aí a gente viu lá na primeira questão que o açúcar também é não volátil. Ele deve fazer o mesmo que o sal, então. Também vai ser mais difícil congelar”.

G1B: “É. Porque se fosse assim, como vocês estavam pensando antes, já que a água com sal é mais difícil de congelar, ela deveria ferver mais rápido que a água sozinha. Mas a professora disse que ela demora mais, não foi?”.

P3: “Isso”.

G3B: Verdade. A explicação é por causa desse negócio de ser não volátil mesmo.

Nas falas destacadas em negrito percebe-se que, inicialmente, o grupo G3B, baseado no raciocínio que utilizou para resolver a primeira questão, deduziu, equivocadamente, que a substituição causaria o efeito oposto, ou seja, facilitaria o congelamento da água. Em seguida, percebendo que o açúcar também é um soluto não volátil, esse grupo infere que este causaria um efeito semelhante ao sal, invalidando, assim, a hipótese anteriormente construída. Na sequência (fragmento sublinhado), o grupo G1B, com a intenção de ajudar o grupo G3B a invalidar sua ideia inicial, traz uma colocação feita anteriormente pela docente P3, onde a mesma afirma que a presença do sal de cozinha, um soluto não volátil, na água, além de dificultar o congelamento desta, também torna mais difícil a sua fervura.

O relato acima se refere a mais um momento oportunizado por essa segunda AI onde, a partir do estabelecimento de relações entre evidências e conceitos anteriormente trabalhados, os discentes vão conseguindo atingir o principal objetivo dessa segunda AI, qual seja, a construção dos conceitos de tonoscopia, ebulioscopia e crioscopia, por meio da análise de contextos onde essas propriedades se fazem presentes.

Além da identificação de habilidades manifestadas também durante o desenvolvimento da primeira AI, como o raciocínio hipotético-dedutivo e a reelaboração de hipóteses que destoavam do discurso científico almejado, a abordagem de uma atividade experimental investigativa, nesta segunda AI, notoriamente, favoreceu uma maior autonomia discente. A necessidade do planejamento de estratégias que possibilitassem a resolução dos desafios propostos proporcionou um ambiente onde estudantes e docentes compartilharam a responsabilidade de aprender, colaborando com a construção do conhecimento. Por meio da análise de evidências oriundas da execução dessas estratégias, a participação intelectualmente ativa dos discentes fez do ambiente escolar um cenário com características que se assemelham às que são constantemente vivenciadas no meio científico.

4.3 Terceira Atividade Investigativa

A SP utilizada nessa AI (Apêndice C), foi elaborada com o intento de proporcionar um ambiente onde os estudantes pudessem discutir e construir um

entendimento acerca de como os fatores temperatura, concentração dos reagentes e superfície de contato podem influenciar a velocidade das reações químicas. Mais uma vez, partindo de situações do cotidiano e desafiando os discentes a propor procedimentos experimentais, visava-se identificar ações dos alunos que permitissem avaliar o potencial do ensino por investigação.

Frisa-se ainda que, conforme preconiza Kasseboehmer e colaboradores (2015), antes da aplicação dessa AI, os conhecimentos imaginados como pré-requisitos para a elaboração de hipóteses e estratégias já haviam sido trabalhados nas turmas A e B. Como exemplo, pode-se citar a discussão prévia do conceito de reação química, bem como das condições necessárias para sua ocorrência.

4.3.1 Problematicando a influência da superfície de contato

Em uma das questões problematizadoras (questão 1 da terceira SP), foi solicitado que os discentes propusessem uma explicação para o fato de duas fogueiras, compostas pelos mesmos tipo e massa de lenha, diferenciando-se apenas pela quantidade de pedaços de madeira que possuíam, terem queimado com velocidades diferentes. As explicações construídas pelos dez grupos participantes dessa atividade foram categorizadas em a) coerentes – que, relacionaram a maior rapidez da combustão ao aumento do número de colisões entre as substâncias envolvidas; b) incoerentes – que, em nenhum momento da discussão, citaram o aumento do contato entre os reagentes. A quantidade de hipóteses obtidas em cada categoria, bem como alguns exemplos das discussões que, juntamente com os registros escritos dos discentes, permitiram essa categorização, compõem o quadro 9.

Os dez grupos que responderam ao questionamento, baseados em seu conhecimento de mundo, foram unânimes ao afirmar, corretamente, que a fogueira mais fragmentada foi a que queimou mais rapidamente. Entretanto, analisando as hipóteses formuladas, observou-se que a maioria, a exemplo do que é constatado nas discussões dos grupos G2A e G1B, relatadas no quadro 9, limitou-se basicamente a repetir que a combustão é mais rápida na fogueira que está disposta em um maior número de pedaços.

Sobre a explicação elaborada pelo grupo G1B (quadro 9), chama a atenção o fato dos discentes afirmarem que o fogo é um dos reagentes da combustão (destaque em negrito). Esse raciocínio também foi identificado em outro grupo participante da pesquisa.

QUADRO 9 – Categorias obtidas, frequência e exemplos das discussões ocorridas nos grupos para tentar solucionar a questão um da terceira SP.

Categoria	Frequência	Exemplos
Coerente	3	<p><u>G5A</u></p> <p>P2: “[...] Fizeram? Qual das fogueiras queimou mais rápido?”. A20: “A que tá com pedaços menores”. P2: “Certo. Por quê?”. A20: “Porque tipo... Quebrou, aí a lenha fica mais exposta”. P2: “Exposta ao quê?”. A20: “Ao ar. O oxigênio que tá lá. Aí vai se bater mais. Não sei bem como fala”. A21: “O contato. O contato que precisa pra reagir [...]”.</p> <p><u>G3B</u></p> <p>P4: “Essa da fogueira? Vai ser qual?”. B10: “A que tem mais pedaços”. P4: “Por quê?”. B10: “Vai ter mais espaço para o oxigênio. É... me ajude aí, galera”. B11: “Mais espaço pra o oxigênio encostar na madeira”. B12: “Vai encostar mais fácil”. P4: “Uma superfície maior, né?”. B11: “Isso”.</p>
Incoerente	7	<p><u>G2A</u></p> <p>A6: “[...] A que tem vários pedaços vai queimar mais ligeiro”. P1: “Isso. Mas por quê?”. A6: “Porque tem mais lenha”. P1: “Mas o texto não diz que a quantidade de lenha é a mesma. A massa não é a mesma?”. A7: “Ele tá dizendo que tem mais pedaços, por isso vai queimar logo [...]”.</p> <p><u>G1B</u></p> <p>B1: “Com certeza, é a que tem muitos pedaços”. P3: “E conseguiram explicar?”. B2: “Sempre que tiver menor, vai ser mais rápido”. P3: “Mas por que isso acontece?”. B2: “Porque tá mais fácil de reagir com o fogo”. B1: “A gente acha que, quando tá em pedaços, vai pegar fogo mais rápido”.</p>

Fonte: Arquivo do autor (2016).

Quanto aos exemplos das hipóteses consideradas coerentes, destaca-se a capacidade de abstração apresentada por alguns estudantes. Partindo do princípio de que o contato entre os reagentes é uma das condições para a ocorrência de uma reação química (um dos pré-requisitos discutidos antes da aplicação da AI), eles mencionaram o aumento da interação entre o gás oxigênio e a madeira como fator determinante para acelerar a combustão de uma das fogueiras.

A predisposição para auxiliar o colega de grupo, no momento em que este respondia aos questionamentos das docentes, também foi um fator marcante neste momento da AI. Como exemplo, podem-se citar trechos das discussões ocorridas nos grupos G5A e G3B (destaques em negrito do quadro 9). Neles, as falas dos estudantes A21 e B11, que complementam as ideias dos discentes A20 e B10, respectivamente, indicam um momento onde houve a valorização da coletividade. Suas intervenções são indícios de que estavam atentos à explanação do companheiro de trabalho. Além disso, elas permitem a interpretação de que as hipóteses ali elaboradas não foram originadas de uma construção individual.

No momento em que as ideias dos grupos estavam sendo socializadas para toda a classe, as docentes trouxeram para a discussão o desafio relacionado ao planejamento experimental. Nele, utilizando os materiais disponibilizados (questão 2 da segunda SP), os alunos deveriam propor um procedimento que os auxiliassem a investigar a influência da superfície de contato na rapidez de uma reação.

Ao contrário do que ocorre em uma abordagem considerada tradicional, onde atividades desse tipo comumente são realizadas para comprovar uma “verdade” proferida anteriormente pelo docente (SUART; MARCONDES, 2009), esperava-se que os discentes pudessem desenvolver habilidades que lhes permitissem construir suas “verdades” sobre o tema. O trecho a seguir, registrado na turma A, traz elementos que possibilitam analisar se esse objetivo foi, de fato, alcançado.

G1A: “[...] Na explicação, a gente colocou que é porque, na que tá em pedaços, a reação do fogo com a lenha vai ser mais rápida”.

P3: “Mas o fogo é um reagente? O que foi que a gente viu sobre reação de combustão?”.

G4A: “Combustível e comburente”.

P1: “Quem é combustível e quem é comburente aí?”.

G4A: “Combustível é o oxigênio”.

G6A: “Não. Oxigênio é o comburente. Combustível é a lenha”.

P1: “E aí, grupo um, o que acha?”.

G1A: “Então vai ser a reação entre a madeira e o oxigênio”.

P1: “E por que essa reação é mais rápida? Grupo cinco!”.
 G5A: “Tá mais exposto ao contato. Né assim?”.
 P1: “Isso. A gente pode dizer que a superfície de contato é maior”.
G1A: “E vai ser sempre assim é? Quanto mais pedaços, mais rápido?”.
P1: “Veja só! A questão dois pode ajudar a gente a responder isso, né? Quem pode começar essa questão do experimento? Conseguiram elaborar alguma coisa que tem a ver com essa questão da fogueira?”.
 G4A: “A gente não conseguiu fazer essa”.
 P1: “Temos que fazer alguma coisa que tenha reação química, né?”.
G3A: “Coloque esse comprimido na água. Ele ferve. É reação”.
P1: “E o que mais? É só um?”.
G6A: “A gente colocou que precisa de dois. Se eram duas fogueiras”.
P1: “No mesmo copo com água?”.
G1A: “Coloque em um só mesmo. Pelo menos já não suja outro copo [risos]”.
G6A: “E como vai saber quem tá fervendo primeiro? Tem que ser em dois mesmo”.
G5A: “A gente também colocou que tem que ser um comprimido em cada copo. Os dois têm que tá cheio, né, professora? [...]”.

Nesse fragmento, destaca-se a intensa participação da docente P3. Mais uma vez, essa intensidade não diz respeito ao fornecimento de respostas, mas sim aos constantes questionamentos que conduziram o debate, instigando a participação ativa dos educandos. No fragmento destacado em negrito, chama a atenção sua perspicácia para, diante de uma dúvida apresentada por um estudante do grupo G1A, trazer para a discussão o planejamento experimental que o ajudaria a encontrar a resposta.

No início do fragmento sublinhado, após a ênfase dada pela docente ao fato de que seria necessário propor algo que gerasse um fenômeno químico, o grupo G3A propõe a adição do comprimido em água, exercitando a habilidade de argumentar ao justificar que a efervescência é uma evidência de que ocorreu reação química. Na sequência, destaca-se a última fala do grupo G6A. Utilizando o próprio objetivo do experimento como argumento (“E como vai saber quem tá fervendo primeiro?”), esse grupo confronta um dos passos sugeridos pelo grupo G1A, afirmando a necessidade de se colocar um comprimido em cada copo. A última fala do trecho indica que o debate prossegue com os discentes continuando a exercitar a habilidade de tomar decisões. Nela, a sugestão dada pelo grupo G5A revela que a próxima decisão tomada referiu-se à quantidade de água que cada copo deveria conter.

O envolvimento dos grupos nessa discussão, socializando suas estratégias, discutindo as condições em que o experimento deveria ser realizado, evidencia que, realmente, há um problema a ser resolvido. Para Gil-Pérez e colaboradores (1992),

apenas quando não se dispõe de um procedimento automático para se chegar a uma solução imediata, o que exigirá reflexão e tomada de decisões acerca de passos a serem seguidos, o desafio pode ser, de fato, considerado um problema.

Para Shiland (1999), ao permitir que os discentes elaborem e executem um procedimento experimental, identificando e controlando variáveis, oportuniza-se a participação em processos cognitivos mais complexos. No fragmento a seguir, que expõe a continuidade da discussão sobre o experimento, é possível, mais uma vez, perceber uma habilidade cognitiva sempre presente na vida de um cientista: a inferência.

G1A: “[...] E esse batedor de bife aí? Pra que serve?”.

G4A: “Se é pra fazer parecido com o exemplo da fogueira, deve ser pra quebrar um comprimido”.

G1A: “Mas pode quebrar na mão mesmo, né?”.

P3: “Pode. Vamos quebrar em quatro pedaços. Quem pode fazer isso aqui? E o cronômetro?”.

G4A: “É pra marcar o tempo. Pra ver qual vai ser mais rápido”.

P3: “E qual vocês acham que vai ser mais rápido?”.

G4A: “O que a gente vai quebrar”.

P3: “Por quê?”.

G4A: “Vai ser a mesma explicação do outro. É a tal da superfície de contato que vai ser maior. Toda vez que tiver mais pedaços, a gente vai explicar assim [...]”.

Com base em uma proposição discutida e validada anteriormente pela turma (a proporcionalidade existente entre o aumento da superfície de contato e a elevação da velocidade de combustão da fogueira), discentes do grupo G4A previram o que ocorreria no experimento em debate (destaque em negrito). Por meio da indução, ou seja, da generalização feita a partir de uma inferência apoiada na observação de casos específicos (BELLUCCO; CARVALHO, 2014), esses alunos também concluíram que fenômenos semelhantes aos que foram debatidos possuem a mesma explicação científica.

Ainda sobre o grupo G4A, é importante registrar que, analisando as discussões ocorridas nele, bem como sua produção escrita, observou-se que, no segundo momento dessa AI, os alunos haviam elaborado uma hipótese considerada incoerente, ou seja, distante do discurso científico esperado, para explicar o que ocorre no exemplo da fogueira. Além disso, eles não tinham conseguido propor uma estratégia de execução do experimento. Os registros escritos a seguir, elaborados por esse grupo, comprovam essa informação.

QUADRO 10 – Registros escritos do grupo G4A, relacionados às duas primeiras questões da terceira SP.

Problema apresentado	Resposta escrita do grupo
Elaborar uma hipótese que explique o fato de uma das fogueiras ter queimado mais rapidamente (questão 1 da SP).	“A fogueira que foi acesa com vários pedaços pequenos queima mais rápido, porque esses pedaços tem mais facilidade de queimar”.
Planejar um experimento, adotando uma estratégia para sua execução (questão 2 da SP).	“A gente não sabe como faz esse experimento”.

Fonte: Arquivo do autor (2016).

Esses dados mostram a importância que teve a etapa de socialização dos conhecimentos (3º momento da AI) para esse grupo. Ao debater com outros grupos, deparando-se com questionamentos e hipóteses coerentes, os discentes tiveram a oportunidade de analisar criticamente suas respostas. A intensa participação do grupo, enquanto discutiam o experimento, evidencia o desenvolvimento de competências e habilidades que lhe permitiram ter condições de adotar uma estratégia, fato que demonstra sua evolução ao longo do processo.

4.3.2 Problematicando a influência da temperatura

Com o intuito de gerar discussões acerca da influência do fator temperatura na rapidez das reações químicas, solicitou-se que os discentes tentassem elaborar hipóteses que explicassem o fato de um alimento demorar a estragar, quando colocado na geladeira (questão 1 da terceira SP). Das dez respostas obtidas, quatro foram categorizadas como pouco coerentes. Essa classificação justifica-se pelo fato desses grupos terem conseguido associar o apodrecimento à existência de reações químicas, além de afirmar que a diminuição da temperatura reduz a velocidade dessas reações. Entretanto, eles não conseguiram explicar por que isso acontece. As outras seis respostas foram consideradas incoerentes, uma vez que se limitaram basicamente a repetir que a diminuição da temperatura conserva os alimentos. O quadro a seguir traz alguns registros escritos que possibilitaram essa categorização.

QUADRO 11 – Categorias obtidas, frequência e exemplos das produções escritas dos grupos, relacionadas à questão um da terceira SP.

Categoria	Frequência	Exemplos
Pouco Coerente	4	G6A: “A baixa temperatura contribui para o retardamento das reações de degradação do alimento, possibilitando que o alimento possui uma maior durabilidade”.
		G3B: “Quanto menor a temperatura mais devagar será a reação química que estraga o alimento”
Incoerente	6	G1A: “Porque a geladeira faz com que o alimento fique frio e fica conservado por mais tempo”.
		G2B: Porque desacelera o apodrecimento do alimento. Com a baixa temperatura esse processo é mais lento”.

Fonte: Arquivo do autor (2016).

De acordo com o critério adotado, seria classificada como coerente uma hipótese que, utilizando-se da abstração, considerasse a possibilidade de haver a diminuição do número de colisões entre as substâncias reagentes, ao reduzir a temperatura do ambiente. Há uma possível explicação para o fato de nenhum grupo ter desenvolvido essa linha de raciocínio. A influência da alteração da temperatura do ambiente na intensidade de movimento das substâncias ali presentes não foi previamente discutida com os estudantes. Acredita-se que essa informação deveria ter feito parte da lista de pré-requisitos a serem debatidos antes da aplicação dessa AI. O trecho a seguir, que registra uma das discussões ocorridas no grupo G3B, no segundo momento de execução da atividade, embasa a opinião do pesquisador.

B11: [...] Aí também vai ter reação química.
 B12: Certo. Na geladeira, a temperatura baixa. Aí a gente escreve como?
 B11: A reação fica mais devagar, mas tem que saber como a gente vai escrever isso.
 B10: A reação é que estraga, né?
 B11: É.
B10: A gente tem que pensar nessa reação. Nas substâncias...
B11: Tem que ver o que a temperatura faz com a substância.
B12: O pior é que a gente não sabe isso [...].

As falas destacadas em negrito revelam um momento em que três estudantes do grupo discutem a ausência de conhecimento acerca da informação mencionada anteriormente. Esse fato, certamente, dificultou a elaboração de uma resposta mais completa que a encontrada no quadro 11, considerada pouco coerente. Registros como esse corroboram a importância da ideia defendida por Kasseboehmer e colaboradores (2015). Ao se planejar uma atividade dessa natureza, faz-se necessário pensar e repensar, com muita cautela, quais conhecimentos devem ser disponibilizados aos discentes para que sirvam de ponto de partida. O sucesso de uma AI é medido justamente pelas competências e habilidades, desenvolvidas pelo discente, para resolver problemas, por meio do estabelecimento de relações entre tais conhecimentos e o objeto da investigação.

No momento em que as hipóteses construídas foram socializadas, percebendo a dificuldade que todos os grupos apresentavam para explicar o fenômeno em estudo, a docente P3 traz ao debate a informação que faltava aos discentes. O fragmento a seguir, registrado na turma B, comprova o ocorrido.

P3: “[...] Vocês estão dizendo que a geladeira diminui a temperatura e que isso faz com que a reação fique mais lenta. Tudo bem. Está certo. Mas a questão também quer saber por que isso acontece”.

G4B: “Essa daí tá osso!”.

P3: “Pessoal! Experimentalmente, a gente sabe que quanto maior a temperatura, mais agitadas as substâncias vão estar”.

G2B: “Mas na geladeira tá mais frio”.

G3B: “Mas ela só tá dando um exemplo. Se quando tá quente, se agita mais, quando tá frio vai se agitar menos”.

P3: “E isso vai influenciar no choque entre as substâncias? Lembram que pra ter reação tem que ter essas colisões, né? O pessoal do grupo G1B acha o quê?”.

G1B: “Que o choque vai ser menor”.

G3B: “Vão se chocar menos. Aí a reação demora”.

G4B: “Então é por isso que em lugar abafado ele fica podre logo, né?”.

G1B: “Acho que sim”.

G3B: “É. Aí já vai ser o contrário. Fica podre logo porque vão se chocar mais”.

A fala destacada em negrito traz um novo elemento para a investigação. Na sequência (trecho sublinhado), utilizando-se do que Carvalho (2013) chama de raciocínio proporcional, uma das etapas da argumentação científica, os grupos começam a estabelecer relações entre a nova informação e a velocidade das reações químicas envolvidas no fenômeno em análise. Nesse debate, é possível evidenciar certa evolução dos grupos G1B, G3B e G4B, uma vez que passaram a

discutir, em nível microscópico, qual o efeito da variação da temperatura na velocidade de uma reação química.

No que diz respeito à questão acerca do outro planejamento experimental solicitado na questão dois da segunda SP, os grupos foram desafiados a, com os materiais disponíveis, elaborar uma estratégia experimental que os ajudassem a investigar a influência da temperatura na rapidez de uma reação química. Dos dez grupos participantes, oito conseguiram propor estratégias. Três delas foram consideradas coerentes, pois, além de atentarem para o fator temperatura, preocuparam-se em controlar outras variáveis identificadas no processo, como, por exemplo, a superfície de contato. A transcrição a seguir, referente à produção escrita do grupo G5A, exemplifica esse tipo de estratégia.

G5A: “Coloca um comprimido inteiro em um copo cheio de água fria e outro que também tem que ser inteiro, em outro copo cheio de água quente. Marca o tempo com o cronômetro e vai ver que o que está na água quente dissolve mais rápido”.

Nesse registro, o grupo enfatiza a necessidade de que os dois comprimidos estejam inteiros, ou seja, de controlar a variável superfície de contato. Sendo o controle de variáveis uma prática bastante comum no meio científico, identifica-se aqui mais uma habilidade cognitiva que aproxima os sujeitos dessa pesquisa, os discentes, do fazer ciência. É importante lembrar que a escrita das estratégias ocorreu no segundo momento da AI, ou seja, antes da sistematização dos conhecimentos envolvidos no desafio. Esse fato confere maior complexidade à habilidade percebida, uma vez que esta é fruto da competência que esses grupos tiveram para, de modo autônomo, interpretar a regulação de variantes como algo fundamental para alcançar o objetivo do experimento.

Dentre as outras cinco estratégias, três foram consideradas pouco coerentes, uma vez que mencionaram apenas o fator temperatura. Como exemplo, pode-se citar a resposta do grupo G2A: “Botar um comprimido na água quente e outro numa água gelada. Depois é só marcar o tempo”. Outras duas estratégias, além de terem sugerido a variação da temperatura, propuseram a alteração da superfície de contato, sendo, por isso, consideradas incoerentes. Uma delas, elaborada pelo grupo G1A, é transcrita a seguir:

G1A: “Quebrar um comprimido e deixar um inteiro. Colocar o comprimido quebrado na água quente e o inteiro na água fria. Com um cronômetro medimos o tempo para cada um se dissolver na água”.

Esse registro permite inferir que o grupo não percebeu que, para alcançar o objetivo desse experimento, seria necessário não apenas variar a temperatura, mas também garantir que a superfície de contato fosse a mesma.

Pode-se afirmar que a variedade de estratégias apresentadas constitui-se, para as condutoras da AI, um elemento extremamente útil para possibilitar a vivência de características presentes em uma investigação científica. Após a ação de cada grupo de comunicar suas estratégias, estudiosos do ensino por investigação (AZEVEDO, 2004, BORGES, 2002; CARVALHO, 2013) relatam a importância de haver o confronto de possíveis opiniões divergentes. O ideal é que essas divergências sejam identificadas e contestadas pelos próprios grupos, cabendo ao educador a missão de conduzir os educandos a tais percepções e contestações. Neste processo, são intrínsecas as ações de refletir, questionar, argumentar e de entender que o conhecimento científico, muitas vezes, é construído diante de situações conflitantes. Conflitos dessa natureza motivam os envolvidos a mobilizar seus esquemas mentais, no intento de aprimorar seus argumentos para convencer os que pensam diferente a enxergar a coerência de sua resposta. O trecho a seguir, registrado no momento em que os estudantes da turma A comunicavam suas estratégias, permite avaliar se as ações discutidas neste parágrafo estiveram presentes no debate e execução do planejamento experimental. Eis o trecho:

P2: “[...] Vamos ouvir o grupo um!”.

G1A: “Tem que pegar dois comprimidos. Um a gente vai quebrar. Aí coloca, na mesma hora, o inteiro na água fria e o quebrado na água quente. E também vai marcar o tempo”.

G5A: “E tem que quebrar? Isso não vai atrapalhar não?”.

G1A: “Atrapalhar como?”.

G5A: “Porque, desse jeito, não vai ser só a temperatura. Vai ter também o negócio da superfície”.

G1A: “Eu acho que pode deixar assim. O que importa é que na água quente vai ser mais rápido”.

P4: “E aí? Temos que decidir. Quem mais quer falar?”.

G4A: “A gente também acha que pode deixar assim”.

G5A: “A gente também sabe que assim vai ser mais rápido na água quente, mas aí vai ser por causa de duas coisas: a temperatura e a superfície de contato, por que um vai tá quebrado. O que elas querem nesse é que a gente veja só a temperatura, entendeu?”.

G1A: “Ah, certo. Vocês tão dizendo que se for desse jeito, vai ser mais rápido ainda, né?”.

G5A: “É”.

G2A: “Professora! E se eu quiser colocar o quebrado na água fria e o inteiro na água quente? Como vai saber quem vai ser mais rápido? [...]”.

Comparando as discussões acerca dos experimentos presentes na AI sobre propriedades coligativas e na atividade em análise, observou-se nesta uma participação discente mais confiante e questionadora. A impressão que se tem é de que, tendo percebido, na AI anterior, que a sugestão mais convincente foi, de fato, acatada, os estudantes passaram a envolver-se mais nas discussões. Esse maior envolvimento é constatado tanto nas notas de campo do pesquisador, onde se encontram termos como “um debate mais acalorado”, quanto em trechos como o exposto. Nele, é possível perceber contestações espontâneas, sem qualquer intervenção docente, como mostra o fragmento destacado em negrito. Na sequência, o grupo G5A reapresenta o seu ponto de vista, tentando ser mais detalhista (fragmento sublinhado), a fim de convencer os grupos G1A e G4A a mudar de opinião.

Também merece destaque a última fala desse trecho (destacada em itálico). Nela, um aluno do grupo G2A, aparentando ter percebido que outras variáveis podem influenciar o resultado do experimento, lança uma nova pergunta, um novo problema (“E se eu quiser colocar o quebrado na água fria e o inteiro na água quente? Como vai saber quem vai ser mais rápido?”). Gil Perez e Castro (1996) afirmam que a formulação de perguntas é um importante aspecto da atividade científica que pode ser explorado em uma AI. A ideia defendida é a de que, gradativamente, à medida que vão sendo inseridos num ambiente onde o questionamento e a autonomia são os princípios norteadores das ações em sala de aula, os discentes passam a elaborar perguntas que contribuem para o alcance dos objetivos de aprendizagem. De fato, o questionamento feito oportunizou um novo ciclo de discussões, com a formulação de novas hipóteses e entendimentos acerca da importância do controle de variáveis em uma atividade experimental.

4.3.3 Problematicando a influência da concentração dos reagentes

Visando à discussão acerca de mais um fator capaz de alterar a velocidade de uma reação química, desafiaram-se os discentes a propor uma hipótese que explicasse o seguinte fenômeno: ao aproximar um ventilador ligado do carvão que

está sendo queimado em uma churrasqueira, observa-se um aumento da rapidez dessa combustão (questão 1 da terceira SP). Na análise das dez hipóteses obtidas, cinco foram dispostas na categoria “incoerente”, pois afirmaram apenas que o vento aumenta a rapidez da queima, praticamente repetindo a informação que constava na SP. Outras duas respostas foram classificadas como pouco coerentes, uma vez que, apesar de relacionar o aumento da rapidez à quantidade de oxigênio, apresentaram algum tipo de equívoco conceitual. Nas três respostas restantes, além de não se ter encontrado erros conceituais, percebeu-se certo nível de abstração ao, de modo coerente, terem estabelecido relações entre o aumento do número de colisões entre os reagentes e a elevação da velocidade da combustão. A seguir, exemplificam-se alguns trechos das discussões ocorridas nos grupos que, juntamente com os registros escritos, possibilitaram essa categorização.

QUADRO 12 – Categorias obtidas, frequência e exemplos das discussões ocorridas nos grupos para tentar solucionar a questão um da terceira SP.

Categoria	Frequência	Exemplos
Coerente	3	<p><u>G6A</u></p> <p>A26: “Nessa aqui, o ventilador direciona o oxigênio do ar”. A25: “Vamos falar bonito! Oxigênio não, comburente”. A26: “Tá bom, cientista! Aí, como vai ter mais comburente, vai ter mais contato, choque, aquilo lá que a gente viu”. A27: “Combustível aí é quem? O carvão?”. A26: “Vai ser o carvão. Então, vai ser o contato deles dois”.</p>
Pouco coerente	2	<p><u>G2B</u></p> <p>B5: “O vento traz mais oxigênio. Ele vai reagir mais rápido com o fogo”. B6: “O fogo vai inflamar mais rápido”. B5: “Isso. Inflamar, reagir, dá no mesmo. Vai ter mais reagente”.</p>
Incoerente	5	<p><u>G1B</u></p> <p>B2: “O vento do ventilador faz com que forme logo a brasa”. B1: “Certo. Mas ela quer que a gente explique isso também”. B2: “Por causa do vento. Fica mais fácil queimar”. B1: “E não tem que falar o que acontece com as moléculas do ar não?”. B2: “Rapaz, eu só sei isso aí. Acho que tá bom”. B1: “E você, B3?”. B3: “É. Tá bom”.</p>

Fonte: Arquivo do autor (2016).

No exemplo de hipótese coerente apresentado, percebe-se a existência de um raciocínio de natureza hipotético-dedutiva. Nele (**destaque em negrito**), partindo da ideia de que o ventilador direciona o fluxo de oxigênio para o carvão da churrasqueira, a aluna A26 deduz que isso gera um aumento no número de colisões entre os reagentes da combustão. O pensamento hipotético-dedutivo é uma das características percebidas na investigação em sala de aula que evidenciam o processo de inserção do estudante na cultura científica. Esse tipo de raciocínio está presente em muitas descobertas científicas (CARVALHO, 2008).

Quanto à exemplificação da hipótese considerada pouco coerente (quadro 12), chama a atenção o fato de que, mais uma vez, houve grupo que se referiu ao fogo como sendo um dos reagentes da combustão (**destaque em negrito**). A exemplo do que ocorreu em discussões que envolveram o fator superfície de contato, alguns estudantes parecem atribuir ao fogo características de uma substância química.

Na discussão onde se encontra o exemplo de hipótese incoerente (quadro 12), merece destaque o comportamento apresentado pelo aluno B1 (membro do grupo G1B). Parecendo estar insatisfeito com a resposta apresentada pelo colega B2, ele sugere que o grupo continue buscando uma explicação mais completa para o fenômeno. Na fala destacada em negrito, pode-se inferir que o estudante desejava buscar uma explicação em nível microscópico para o fato. Esse gesto foi interpretado como o reconhecimento da necessidade de acionar os conhecimentos previamente discutidos. Apesar da discussão sugerida pelo aluno não ter ocorrido, prevalecendo a hipótese apresentada por B2, a disposição para a imersão no problema investigado, demonstrada por B1, é indicada por Kasseboehmer (2011) como uma das condições para a formação do espírito científico.

Acerca do fenômeno em discussão, analisando o debate ocorrido na turma B, na etapa de sistematização dos conhecimentos, elegeu-se um momento de maior relevância, no que diz respeito à manifestação de habilidades cognitivas. Nele, estudantes do grupo G1B conseguem estabelecer relações entre algumas condições necessárias para a ocorrência de uma reação química e o aumento da concentração de oxigênio, provocada pela utilização do ventilador (**destaque em negrito**). O que faz com que esse episódio seja ainda mais relevante é o fato desse processo ter sido orientado não pelas docentes, mas por um aluno do grupo G3B (falas

sublinhadas), único grupo da turma a ter realizado uma produção escrita considerada coerente. Eis um trecho dessa discussão:

G1B: “[...] Aí a gente colocou que é porque o vento do ventilador deixa a brasa mais incandescente. A queima fica mais fácil”.
P3: “Mas como a gente explica isso? Eu lembro que B1 tava falando alguma coisa lá sobre substância”.
G1B: “Fale aí então, B1!”.
G1B: “É que a gente tinha que usar aquela explicação lá sobre as moléculas, nera? Mas eu não sei bem como explica”.
P3: “Tem reação química aí, não tem? Quem pode ajudar? Grupo três!”.
G3B: “Assim: No vento tem o quê? Oxigênio, certo?”.
G1B: “Certo”.
G3B: “E o ventilador faz o que com ele?”.
G1B: “Chega mais rápido?”.
G3B: “E vai chegar mais também, né? Então... Se tem mais contato...”.
G1B: “Vai se chocar mais forte, no caso, né? Com mais energia”.
G3B: “Isso”.

De acordo com Kasseboehmer e colaboradores (2015), apenas haverá a compreensão de um fato ou fenômeno quando se consegue identificar e relacionar os elementos internos que o caracterizam. Quanto mais se estabelece relações, maior a probabilidade de uma aprendizagem que seja, verdadeiramente, significativa. Com a ajuda de um discente de outro grupo (G3B), estudantes do grupo G1B vão identificando e relacionando esses elementos, chegando à conclusão que o aumento da concentração do comburente gerou um aumento do número de colisões, bem como da intensidade desses choques.

O trecho exposto é mais um que valida o potencial dessa AI, no que diz respeito ao desenvolvimento de procedimentos e atitudes comuns à atividade científica que, quando vivenciados em sala de aula, podem desencadear a construção do conhecimento científico, possibilitando aos discentes à compreensão de fenômenos que o cercam.

Por fim, com base nas discussões realizadas ao longo dessa terceira AI, pode-se afirmar que os debates que envolveram os procedimentos experimentais foram os mais relevantes. Embora a presença de um experimento não seja obrigatória para se alcançar o principal objetivo de uma AI: a autonomia discente, o que se observou foi que a sua existência pode potencializar essa característica. A oportunidade de contribuir com o planejamento de um procedimento que lhes permitissem, por meio de algo palpável, validar ou refutar suas ideias gerou um maior desprendimento de boa parte dos estudantes para expor aquilo que pensa. A

exemplo do que foi defendido na fundamentação teórica desse trabalho, pôde-se perceber que a proposição de desafios que envolvem planejamentos experimentais constitui-se uma importante ferramenta de estímulo à motivação para aprender.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme explicitado na introdução desse trabalho, partindo do princípio de que a utilização de Atividades Investigativas no ensino de ciências aproxima a ciência escolar da rotina de produção do conhecimento científico, a pesquisa em cena foi realizada com a intenção de avaliar o impacto dessas atividades no que diz respeito ao estímulo de procedimentos e atitudes que evidenciem tal aproximação.

Ao longo das três atividades aqui analisadas, vários foram os momentos em que foi possível identificar, na maioria dos sujeitos dessa pesquisa, a presença de um elemento que pode ser considerado o principal pré-requisito para a participação intelectualmente ativa dos estudantes em sala de aula: a motivação. O não fornecimento de algum tipo de bonificação aos estudantes que participaram dessa atividade leva a crer que esta é uma motivação intrínseca, proporcionada, exclusivamente, pelo prazer em solucionar os problemas com os quais se depararam.

Uma vez imbuídos nessa motivação, condição necessária para que o ensino de ciências não se resuma à verbalização dos produtos da ciência, esses discentes participaram de discussões onde tiveram a oportunidade de refletir, elaborar hipóteses, planejar estratégias, tomar decisões ao executá-las, questionar, analisar criticamente suas ideias e, quando necessário, reconstruí-las. Essas habilidades permeiam o processo de construção do conhecimento científico e podem ser interpretadas como etapas fundamentais da ação de investigar.

As ideias construtivistas constituintes dos pressupostos teóricos que nortearam essa pesquisa apontam a investigação como um instrumento que potencializa a aprendizagem. Isso porque, ao vivenciar as etapas de resolução de um problema, os conceitos a serem aprendidos não são simplesmente apresentados aos discentes, mas construídos por meio do estabelecimento de relações entre estes e o contexto no qual problema em estudo está inserido.

Os esforços investidos nesse trabalho estiveram concentrados na tentativa de coletar dados que permitissem inferir como o desenvolvimento de uma AI pode potencializar o protagonismo estudantil no estabelecimento das relações entre o conhecimento químico e o contexto no qual este se insere. Nesse sentido, três

fatores foram identificados como de fundamental importância: a elaboração da SP, a organização dos momentos destinados à investigação e o papel do professor.

No que diz respeito ao processo de construção das três SP utilizadas nas aulas, pode-se afirmar que o fato delas terem abordado uma realidade palpável aos discentes favoreceu um maior envolvimento dos mesmos. Ao contemplar fenômenos que se fazem presentes no cotidiano dos estudantes, abriu-se um leque de possibilidades para que os mesmos pudessem acionar conhecimentos prévios oriundos do seu conhecimento de mundo na tentativa de elaborar hipóteses e estratégias de resolução dos problemas propostos. Ainda que a maioria dos argumentos desta natureza tenha, inicialmente, se distanciado do discurso científico almejado, observou-se que a possibilidade de sua construção foi fundamental para que os discentes estivessem motivados a participar ativamente da etapa de socialização dessas ideias, tendo, neste momento, a oportunidade de continuar desenvolvendo outras habilidades comuns ao meio científico. Como exemplo, pode-se citar a análise crítica e consequente reconstrução desses argumentos, na tentativa de torná-los mais próximos daquilo que, atualmente, é cientificamente aceito.

Ainda sobre o processo de elaboração de uma SP, os resultados obtidos nessa pesquisa confirmam a importância de que os questionamentos nela contidos sejam, de fato, vistos pelos estudantes como problemas e não como simples exercícios. O fato de alguns questionamentos contidos na primeira SP terem exigido a mera repetição automática de passos anteriormente adotados inibiu não apenas a motivação de alguns estudantes, mas também o desenvolvimento de habilidades relacionadas à reflexão e à tomada de decisões. Em contrapartida, a presença de questionamentos, presentes nas três SP elaboradas, que exigiam um raciocínio hipotético-dedutivo, por meio do estabelecimento de relações entre conhecimentos prévios e o novo conceito a ser construído, sem que fosse disponibilizado um roteiro para isso, estimulou a criatividade na confecção de hipóteses e estratégias, bem como a percepção de que o raciocínio científico não é calcado em certezas.

Em relação à organização dos momentos destinados à investigação, infere-se dos resultados obtidos que, quando se deseja aproximar a ciência escolar da ciência acadêmica, é indispensável a reserva de um momento onde o docente deve deixar os alunos tentar equacionar propostas que possibilitem a resolução dos

problemas que lhes foram apresentados. Garantir este momento foi fundamental para o estímulo à autonomia discente. Nele, observou-se que a oportunidade dada ao estudante de, inicialmente, discutir os desafios apenas com seus colegas fez com que eles tivessem maior liberdade para, sem medo de errar, expor suas ideias.

A ausência desse receio pode ser vista como um dos motivos que justificam a considerável quantidade de hipóteses que destoavam do discurso científico almejado. A presença do erro neste momento da atividade não foi encarada como algo negativo. A incoerência de boa parte dessas respostas fez da etapa de sistematização dos conhecimentos (3º momento de uma AI) um momento ainda mais importante. Isso porque, ao longo dos debates que envolveram toda a classe, à medida que os equívocos anteriormente cometidos iam sendo percebidos pelos próprios estudantes, identificava-se ali o desenvolvimento de um senso crítico, questionador. A manifestação dessa habilidade, tão comum no meio científico, faz com que os discentes comecem a enxergar a aprendizagem por outro viés, entendendo-a como a consequência de um comportamento estudantil que não credibiliza uma informação sem antes questioná-la.

Os registros das discussões ocorridas nas três AI desenvolvidas permitem afirmar que, ainda que se utilize uma SP bem elaborada e que sejam garantidas as etapas de resolução de problemas e sistematização dos conhecimentos, o desenvolvimento de procedimentos e atitudes favoráveis à construção do conhecimento científico está condicionado à maneira como o docente conduz uma atividade de natureza investigativa. A presença de breves e constantes questionamentos realizados pelas docentes colaboradoras, evitando ao máximo o fornecimento de respostas, foi crucial para a manifestação das habilidades e posturas aqui identificadas. Em vários momentos das discussões observou-se que a elaboração ou a reconstrução de uma hipótese só foi possível em virtude do lançamento de uma pergunta que instigou a busca e utilização de conhecimentos prévios.

Os áudios das discussões referentes ao momento em que os grupos socializavam suas respostas indicam que, em algumas situações, a ausência de questionamentos direcionados a determinados grupos ao longo dos debates fez com que os mesmos permanecessem na inércia, fato que impossibilitou o diagnóstico de possíveis evoluções em relação aos argumentos anteriormente elaborados. Na

educação básica, ainda que o tema em debate seja de interesse do discente, muitas vezes, ele apenas expõe e justifica sua ideia quando devidamente questionado. Sendo assim, o docente que se propõe a adotar o ensino por investigação, ou seja, que tem como principal objetivo o protagonismo discente, precisa estar atento e garantir, por meio da constante problematização, a participação intelectualmente ativa de seus discentes.

É importante ressaltar ainda que, embora o objetivo da pesquisa aqui analisada tenha sido investigar o impacto da utilização de AI nas ações estudantis, pode-se afirmar que o desenvolvimento dessas atividades também proporcionou impactos tanto na formação profissional das pibidianas, quanto nas reflexões e atitudes do pesquisador enquanto docente.

No que diz respeito às pibidianas, durante as reuniões que ocorriam para planejamento e avaliação das atividades, vários foram os momentos em que as mesmas relatavam que a experiência vivida ao colaborar com esse trabalho contribuiu para que pudessem refletir e aprimorar as ações que desenvolvem no PIBID. Como exemplo, pode-se citar comentários relacionados à percepção da importância de, durante uma AI, destinar um tempo para que os discentes possam discutir, em pequenos grupos, os problemas propostos. Na visão das pibidianas, esse momento contribuiu, significativamente, para estimular a tão almejada autonomia estudantil em sala de aula.

Outro ponto recorrente nas falas das colaboradoras foi o fato de que a participação nas atividades dessa pesquisa levou-as a perceber que, em uma AI, o docente não deve se limitar a realizar os questionamentos previamente planejados. Elas afirmaram que a atitude de elaborar novas perguntas, à medida que os discentes expunham suas hipóteses e estratégias, engrandeceu as discussões, proporcionando uma maior evidência das competências e habilidades almejadas.

Acerca do impacto desse trabalho nas reflexões e atitudes de seu autor, enquanto docente, pode-se afirmar que o contato com o ensino por investigação abriu portas para que o mesmo pudesse utilizar, em seu ambiente de ensino, estratégias que favorecem a autonomia discente e, conseqüentemente, potencializam a manifestação de procedimentos e atitudes favoráveis à construção do conhecimento científico. Ainda que na condição de observador das aulas ministradas nessa pesquisa, ele pôde evidenciar o poder de uma AI, no que diz

respeito à tão almejada motivação discente para o aprendizado, passando a enxergá-la como uma importante aliada para despertar em seus alunos o interesse pelo estudo da Química.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O Método Nas Ciências Naturais e Sociais: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa**. São Paulo: Pioneira, 1998.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula. In: CARVALHO, A. M. P. de. (Org.). **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico**. 1. ed. (7ª imp.). Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARBIER, R. **A pesquisa-ação**. Trad. Lucie Didio. Brasília: Líber Livro Editora, 2007.

BELLUCCO, A.; CARVALHO, A. M. P. **Física** Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 30-59, abr. 2014.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis: UFSC, v. 19, n. 3, p. 291-313, dez. 2002.

BRASIL. **PCN + Ensino Médio** – Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D. CARVALHO, A.M.P. VILCHES, A (org.). **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CAPECCHI, M. C. C. M. Problematização no ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. Enculturação científica: uma meta do ensino de Ciências. In: Travessini, C. et al (Org.). **Trajetórias e processos de ensinar a aprender: práticas e didáticas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, v. 2, p. 115-135, 2008.

_____. **Ensino e aprendizagem de ciências:** referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativo (SEI). In: Longhini, M. D. (org). O uno e o diverso na educação. Uberlândia, MG: EDUFU, cap. 18, p. 253-266, 2011.

_____. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de Ciências por Investigação:** Condições para Implementação em Sala de Aula. São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20, 2013.

CARVALHO, A.M.P.; CASTRO, R. S.; LABURU, C. E.; MORTIMER, E. F. Pressupostos epistemológicos para a pesquisa em ensino de ciência. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n.82, p.85- 89, ago. 1992.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências.** São Paulo: Cortez, 2000.

CLEMENT, L.; Resolução de Problemas e o Ensino de procedimentos e Atitudes em Aulas de Física. Dissertação de Mestrado, Santa Maria, UFSM, 2004.

COLL, C. **Psicologia e Currículo:** uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar. São Paulo: Ática, 1996.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J. MORTIMER, e SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola** n. 9, mai. 1999.

ECHEVERRÍA, M.D.P.P.; POZO, J.I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para. In: Pozo, J.I. (org.). **A Solução de Problemas:** aprender a resolver, resolver a aprender. Juan Ignacio Pozo. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ESCUDERO, C.; FLORES, S. G. Resolución de problemas en nivel medio: um cambio cognitivo y social. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 2, p. 155-175, 1996.

FERREIRA, L. H.; HARTWING, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101-106, mai. 2010.

FRANCISCO JR., W.E. Uma proposta metodológica para o ensino dos conceitos de pressão e diferença de pressão. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 121-135, jul. 2007.

FRANCISCO JR., W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. A dinâmica de resolução de problemas: analisando episódios em sala de aula. **Ciências & Cognição**, v. 13, n. 3, p. 82-99, dez. 2008.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 30. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GIL PEREZ, D.; CASTRO, P. V. La orientacion de las practicas de laboratorio como investigacion: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 2, p.155–163, 1996.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GIL-PÉREZ, D.; TORREGROSA, J. M.; RAMÍREZ, L; CARRÉE, A. D.; CARVALHO, A. M. P. Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.9, n. 1, p. 07-19, 1992.

GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 42, p. 31-53, 2006.

HOFSTEIN, A. e LUNETTA, V. The laboratory in science education: foundations for twenty-first century. **Science & Education**, v. 88, n. 1, 28- 54, 2004.

HOFSTEIN, A.; NAVOS, O.; KIPNIS, M. e MANLOK-NAAMAN, R. Developing Students' Ability to Ask More and Better Questions Resulting from Inquiry-Type Chemistry Laboratories. **Journal of Science Teaching**, v. 42, n. 7, p. 791-806, 2005.

KASSEBOEHMER, A. C. **O método investigativo em aulas teóricas de química**: estudo das condições da formação do espírito científico. Tese (Doutorado em Ciências) Universidade de São Carlos, São Carlos, 2011.

KASSEBOEHMER, A. C. ; GUZZI, M. E. R. ; FERREIRA, L. H. Participação de estudantes em atividades investigativas: a influência do ambiente escolar para a motivação. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, **Anais...** Salvador, 2012.

KASSEBOEHMER, A. C; HARTWIG, D. R.; FERREIRA, L. H. **Contém Química 2: pensar, fazer e aprender pelo método investigativo**. 1. ed. São Carlos: Pedro & João, 2015.

KASSEBOEHMER, A. C; FERREIRA, L. H. Elaboração de Hipóteses em Atividades Investigativas em Aulas Teóricas de Química por Estudantes do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, n. 3, p. 158-165, ago. 2013.

LABURÚ, Carlos Eduardo; SILVA, Dirceu da; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Analisando uma situação de aula de Termologia com o auxílio do vídeo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.22, n.1, p.100-105, 2000.

LEMKE, J. L. Multiplying meaning: visual and verbal semiotics in scientific text. In: MARTIN, J. R.; VEEL, R. (org.). **Reading science: critical and functional perspectives of discourses of science**. London: Routledge, 1998.

LEWIN, A. M. F.; LOMASCÓLO, T. M. M. La metodología científica em la construcción de conocimientos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 2, p. 147-510, 1998.

LOPES, B. J. **Resolução de Problemas em Física e Química: Modelo para estratégias de ensino-aprendizagem**. Lisboa: LDA, 1994.

MEIRIEU, P. **Aprender... sim, mas como?**, 7. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MUNFORD, D.; LIMA, M.E.C.C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio-pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v.9, n.1, jan./jun. 2007.

NEWMAN JR. W. J; ABEL. S. K, HUBBARD. P. D; MC DONALD. J. Dilemmas of teaching inquiry in elementary science methods. **Journal of Science teacher education**, v. 15, n. 4, 2004.

OLIVEIRA, C.M.A.; CARVALHO, A.M.P. Escrevendo em aulas de ciências. **Ciência e Educação**, v. 11, n. 3, p. 347-366, 2005.

PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a resolução de problemas no ensino da física. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis: UFSC, v.14 n.3, p.229-253, 1997.

PENHA, S.P., CARVALHO, A.M.P. e VIANNA, D.M. A utilização de atividades investigativas em uma proposta de enculturação científica: novos indicadores para análise do processo. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais...** Florianópolis, 2009.

POZO, J.I. **A solução de problemas**: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

REEVE, J. **Motivação e Emoção**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: O papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (org.) **Ensino de Ciências por investigação**: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, p. 41-61, 2013.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A.M.P. Almejando a Alfabetização Científica no ensino Fundamental: A proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.13, n. 3, p.333-352, 2008.

SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R.M. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n. 1, p. 27-31, mai. 1995.

SHILAND, T.W. **Construtivismo**: Implicações para o Trabalho de Laboratório. *Journal of Chemical Education*. v. 76, n. 1, p. 107-109, 1999.

SILVA, S. F.; NÚÑEZ, I. B. Ensino por Problemas e Trabalho Experimental dos Estudantes – Reflexões Teórico-Metodológicas. **Química Nova**. v. 25, n. 6B, p. 1197-1203, 2002.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências e Cognição**, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.

WARTHA, E. J.; LEMOS, M. M. . Abordagens investigativas no ensino de Química: limites e possibilidades. **Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas (Online)**, v. 12, n. 24, p. 5-13, jan/jul. 2016.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Primeira Situação-problema

Soro caseiro: Você sabe preparar?

O tão famoso soro caseiro nada mais é que uma solução aquosa de açúcar comum e sal de cozinha, recomendado para prevenir a desidratação. A função do soro caseiro, dado por via oral, é repor água e sais minerais perdidos com os vômitos e diarreia.

Quando preparado corretamente, as concentrações de sal de cozinha e açúcar no soro são 3,5g/L e 40g/L, respectivamente. Concentrações diferentes destas podem desencadear resultados indesejados àqueles que ingerem esse soro.

Questões problematizadoras

- 1) Considerando as concentrações adequadas de sal e açúcar no soro caseiro, o que deve ser feito para preparar 1,5 L desse soro? Explique sua resposta.
- 2) Suponha que você tenha 2g de sal e 20g de açúcar. Com essas quantidades, você consegue preparar 500mL de soro considerado adequado para consumo? Explique sua resposta.
- 3) Durante a preparação do soro caseiro, para evitar erros na concentração dos componentes, a UNICEF (Fundo das Nações Unidas para a Infância) preconiza a utilização de uma colher padrão, que é disponibilizada nos postos de saúde do país. A figura a seguir traz as instruções de como preparar 200ml de soro caseiro.



Considerando essas informações e as concentrações de sal e açúcar que devem estar presentes no soro considerado adequado para consumo, pode-se afirmar que em uma medida rasa de açúcar (lado maior da colher) existem cerca de quantos gramas deste soluto? Explique sua resposta.

- 4) Considerando as informações da questão anterior, se uma pessoa quiser preparar 600mL de soro, ela deverá usar quantas medidas rasas de sal (lado menor da colher). Essa quantidade corresponde a cerca de quantos gramas? Explique sua resposta.
- 5) Ao adicionar 200mL de água a 200mL de soro preparado conforme as instruções da questão 3, pode-se afirmar que este soro ficará mais concentrado? Explique sua resposta.
- 6) Proponha um procedimento para a preparação de duas soluções de soro caseiro, de modo que, ao misturá-las, seja originada uma nova solução onde a concentração de açúcar seja de 10g/L, e a de sal seja de 3g/L. Explique sua resposta.
- 7) Considere a seguinte situação: Um profissional de saúde, em uma visita a uma comunidade, constatou que lá existiam 30 crianças que necessitavam ingerir o soro caseiro. Desejando dar 200 ml de soro caseiro a cada criança, qual procedimento deve ser adotado pelo profissional para preparar a quantidade de soro suficiente para essas crianças. Explique sua resposta.

APÊNDICE B

Segunda Situação-problema

O dia-a-dia e as propriedades coligativas

Carla é aluna do segundo ano do ensino médio. Durante as aulas de Química, a estudante está construindo o conhecimento referente ao conteúdo químico “soluções”. Bastante interessada pelo assunto, ela sempre busca observar as soluções presentes em seu cotidiano. Por exemplo, todas as manhãs, ao observar sua mãe preparar o café, ela percebe que, **ao adicionar açúcar à água em fervura (ebulição), esse processo cessa temporariamente**, despertando a curiosidade da estudante.

O tio de Carla tem uma sorveteria. Certo dia, ao explicar o processo de fabricação de sorvete a sua sobrinha, ele afirmou que **o recipiente que contém o sorvete gira dentro de uma mistura líquida de água e sal, a uma temperatura abaixo de 0°C**. Esse fato deixou a garota intrigada, pois, de acordo com o conhecimento da estudante, se 0° C é a temperatura que a água congela (temperatura de fusão), seria impossível encontrar água no estado líquido, a uma temperatura negativa.

Ao buscar explicações para esses dois fatos, a garota deparou-se com a necessidade de estudar as chamadas propriedades coligativas das soluções.

Questões problematizadoras

- 1) Com base nas discussões ocorridas em seu grupo, proponha explicações para as duas situações (destacadas em negrito) presentes no texto.
- 2) Se o tio de Carla, no procedimento descrito no texto, tivesse utilizado açúcar ao invés de sal, ele também teria conseguido obter água no estado líquido a uma temperatura abaixo de 0°C? Por quê?
- 3) Diante dos materiais listados a seguir, proponha um experimento que ajude a entender o fenômeno observado por Carla, na sorveteria de seu tio (água salgada no estado líquido, a uma temperatura abaixo de 0°C). Explique sua resposta.

Materiais:

Béquer;
Tubos de ensaio;
Sal de cozinha;
Água;
Gelo;
Colher;
Cronômetro.

APÊNDICE C

Terceira Situação-problema

Aprendendo com velocidade

O interesse de Carla pela Química só aumenta. Continuando a observar fenômenos presentes em seu cotidiano, a estudante percebe, cada vez mais, a presença e a importância dessa ciência na vida das pessoas.

A seguir, são apresentados alguns fenômenos que despertam a curiosidade de Carla.

- 1) Certo dia, enquanto comemorava os festejos Juninos com seus familiares, a jovem observou que foram acesas, ao mesmo tempo, duas “fogueiras”, com o mesmo tipo e a mesma massa de lenha. A única diferença era que uma era formada por apenas duas toras e a outra por vários pedaços pequenos. **Carla observou, intrigada, que uma das fogueiras queimou mais rápido.**
- 2) Um outro fato que sempre desperta a curiosidade da jovem é **o porquê de um alimento demorar a estragar, quando colocado em uma geladeira.**
- 3) O pai de Carla adora fazer churrasco. **Nesse processo, para aumentar a rapidez da queima do carvão, ele sempre utiliza um ventilador.**

Os fenômenos observados pela jovem podem ser facilmente explicados a partir da construção do conhecimento sobre cinética química. Há vários outros exemplos de fenômenos presentes na sociedade que podem ser desvendados a partir desse ramo do conhecimento, como **o fato de um alimento cozinhar mais rápido em uma panela de pressão; de uma laranja estragar mais rápido quando está cortada ao meio e de uma banana amadurecer mais rápido quando está embrulhada por um jornal.**

Questões problematizadoras

- 1) Com base nas discussões ocorridas em seu grupo, proponha explicações para os fenômenos 1, 2 e 3, presentes no texto.
- 2) Diante dos materiais listados a seguir, proponha experimentos que ajudem a entender os fenômenos 1 e 2. Explique sua resposta.

Materiais:

- Comprimidos antiácidos efervescentes;
- Batedor de bife;
- Copos de vidro (200 ml)
- Água quente;
- Água à temperatura ambiente;
- Cronômetro.

- 3) O último parágrafo do texto traz outros três exemplos relacionados ao estudo em questão (a aceleração do cozimento de um alimento, o apodrecimento de uma laranja e o amadurecimento de uma banana, em determinadas condições). Tente explicá-los, estabelecendo relações com os argumentos que você utilizou para responder a primeira questão.